www.radio.ru



АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

75 ПОБЕДА!

1945–2020

ISSN-0033-765X

5

2020



Музейные экспонаты как память о войне

Е. СУХОВЕРХОВ (UA3AJT/RK3F), И. АКУДЖБА

(см. статью на с. 4)



QSL Евграфа Александровича Лапко.



Партизанский приёмник.



Шлемы.



Радиостанция "Север".

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Фотография Парада Победы (из архива редакции) и письмо солдата с фронта. Официальный логотип взят с сайта организационного комитета по подготовке и проведению празднования 75-й годовщины Победы в Великой Отечественной войне 1941—1945 годов (**https://may9.ru/smi/**).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ДОМАШНЯЯ МЕТЕОСТАНЦИЯ
ЭКОНОМИЧНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ РЕЛЕ
КВ-АНТЕННА С ПЕРЕКЛЮЧАЕМОЙ ДН
"РОБОЗАВР" НА ARDUINO

Тираж журнала «Радио» № 4 сдан для рассылки подписчикам 09.04.2020 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 27.04.2020 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01624-20

Музейные экспонаты как память о войне

Е. СУХОВЕРХОВ (UA3AJT/RK3F), И. АКУДЖБА

XXI век сопровождается болезненными явлениями — в сфере духовных ценностей, "гуманизма", этических мотиваций, нравственных ориентиров — всё это отрицательно сказывается на внутреннем мире подростков.



Музейный комплекс радиоэлектроники в колледже связи № 54 им. П. М. Вострухина.



Руководитель музейного комплекса Евгений Васильевич Суховерхов.

И вот эту возникающую потребность понятия гармонии с миром в значительной мере могут удовлетворять различные музеи, если, конечно, они станут для нашей молодёжи воспитательно-образовательным пространством, хранящим предметы человеческой памяти.

Музейный комплекс радиоэлектроники в колледже связи № 54 им. П. М. Вострухина содержит три музея. Посетители комплекса разных возрастов — от воспитанников детского сада, школьников и студентов до людей пенсионного возраста.

Кроме экспозиционной работы, комплекс постоянно принимает участие в различных конкурсах, где, как правило, занимает призовые места, мероприятиях, связанных со знаменательными датами, в Российских конференциях "Музеев связи", в выставках.

Ежегодное участие комплекса в Московской городской Олимпиаде "Музеи. Парки. Усадьбы" подняло имидж музеев колледжа на высокий уровень, особенно среди учащейся молодёжи.

В текущем сезоне при подготовке к городскому конкурсу комплексных музеев в учебных организациях г. Москвы, а также к празднованию 75-летия Победы мы уделили особое внимание военному музею комплекса. Этот музей содержит большое количество военной техники связи в двух залах. В одном из них расположена связная техника времён войны. В этой части музея представлены уникальные экспонаты, которые можно условно причислить к техническим ветеранам Великой Отечественной войны, в том числе, экспонаты в витрине радиомузея Валерия Громова, содержащие образцы военной техники связи.

При проведении экскурсий в год юбилея Великой Победы эта тема в комплексе являлась приоритетной.

Как результат внимания к этой теме — рассказ студента колледжа связи № 54 Матвея Потапова, записанный в книге отзывов комплекса.

"После экскурсии я задержался возле военной радиостанции РБМ. Информация о ней на табличке была очень короткой. Мне как будущему специалисту по связи захотелось узнать более подробно об устройстве и применении этой переносной радиостанции. Познакомившись с альбомами о переписке музея с ветеранами



Студенты колледжа связи № 54 им. П. М. Вострухина в гостях у ветерана Великой Отечественной войны Евграфа Александровича Лапко.

Общий вид зала военного музея.



Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.



Стенды военного музея.



Стенд военного музея с аппаратурой связи, полученной по ленд-лизу.

войны, с их воспоминаниями, я узнал много интересного. Оказалось, что радиостанция РБМ — это переносная, коротковолновая, телефонно-телеграфная радиостанция, предназначена для двусторонней радиосвязи, она обеспечивала надёжную и устойчивую связь в любых самых сложных условиях боевой обстановки.

Находясь около военной радиостанции РБМ с фотографией ветерана, я не мог себе представить, что желание изучить этот экспонат даст мне возможность вплотную прикоснуться к событиям Великой Отечественной войны и познакомиться с человеком, который является ярким представителем профессии "военный связист" (а я в будущем стану специалистом по связи). Больше всего меня удивили стихи на фотографии:

"Ну, подружка верная,
эР-Бэ-эМ-ка древняя
Дай в сторонку полволны!
Наши годы длинные,
Мы друзья старинные,
Неразлучны мы с войны".

И ещё слова: *"Берегите РБМ-ку, она фронтовая и рабочая"*. Под всем этим подпись: *"С уважением к потомкам — былой восьмиклассник-радиолюбитель, а с января 1943 г. защитник Родины со своим оружием связиста Евграф Александрович Лапко"*.

Находясь под впечатлением, я поделился информацией со своими товарищами, и нам захотелось познакомиться с этим человеком, узнать побольше о ветеране и экспонате, который подарил музею сам Евграф Александрович.

Мы побывали у ветерана дома, удалось встретиться с Е. А. Лапко — участником Великой Отечественной войны, ветераном-связистом, радиолюбителем, а также поздравить его с днём рождения. Евграф Александрович оказался добродушным человеком и очень интересным собеседником. Его располагающая улыбка и добрые голубые глаза сразу создали приятную обстановку.

РАДИО®
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 5, 2020



Телеграфный ключ.



Радиостанции "Север" и РБМ.

АКТИВИСТЫ МУЗЕЯ ПОЗДРАВИЛИ ветерана войны и радиолюбительства с днем рождения













Стенд военного музея, посвящённый ветерану Великой Отечественной войны Евграфу Александровичу Лапко.

И ещё меня поразил рассказ во время экскурсии о применении радиостанции "Север", которая находилась на витрине рядом с радиостанцией РБМ. Екатерина Усанова — разведчица, была заброшена с этой радиостанцией ночью с парашютом в тыл врага. Об этом она сама рассказала, побывав однажды в музее. Её рассказ о безуспешной погоне за ней фашистов, пересказанный экскурсоводом, заворожил нашу группу посетителей".

Большая часть посетителей с восхищением рассматривает экспонаты, особенно военную технику связи, и благодарит за интересную экскурсию.

При подготовке к 75-летнему юбилею Победы в музее военной техники связи комплекса проделана большая работа: изготовлены панорама битвы под Москвой, витрина с посещением ветерана на дому, витрина с подборкой изданий о войне, действующий макет "прошлое и настоящее", действующий рупор с сиреной, предупреждающей о налёте врага, плакаты времён войны, альбомы с перепиской с ветеранами войны.

С каждым годом ветеранов Великой Отечественной войны становится всё меньше и меньше, а музейные экспонаты ещё долгие годы будут хранить память о войне, о героических и трагических событиях прошлых лет, помогая молодому поколению почувствовать гордость за свой народ и за свою страну.

Вся проводимая работа в музее ещё раз убеждает нас в том, что у молодёжи интерес к истории не потерян. Очень часто наши музейные экспонаты дают возможность подрастающему поколению вплотную прикоснуться к различным событиям в жизни, познакомиться с интересными людьми, познать примеры служения обществу в прошлом и настоящем. Есть надежда, что преемственность поколений — ещё реальное явление.

Наш долг, руководителей музеев и преподавателей, — создавать условия для развития и формирования нравственной личности средствами музейной деятельности.

На представленных фотоснимках показаны некоторые фрагменты военного музея и его экспонаты.

Кроме музея истории военной связи, комплекс содержит ещё два музея: "Центральный музей радиолюбительства им. Э. Т. Кренкеля" и "Музей бытовой радиоэлектроники".

Подробную информацию о музеях комплекса смотрите по ссылке **http://rrl-museum.cqham.ru** на нашем сайте.

Искусственный интеллект: в преддверии господства

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Обычно враждебные чувства появляются позже, чем нежные".

(Зигмунд Фрейд)

В наше время такая молодая по историческим меркам "особа", как искусственный интеллект (ИИ), не может пожаловаться на отсутствие внимания прессы и огромной армии энтузиастов, в которой сегодня можно встретить кого угодно, от школьников до политиков. И это неспроста — за каких-то немногим более полвека в области ИИ произошло довольно много значимых событий, которые к третьему десятилетию XXI века породили буквально взрывную волну, затронувшую многие сферы бытия. Во многом эта волна поднялась не только на технологических достижениях, но и на массовых ожиданиях, что вот, мол, придёт ИИ, многое облегчит и многое исправит. В целом же ИИ — довольно широкое понятие, которое относится как к карманным калькуляторам, так и к беспилотным автомобилям. Подобное разнообразие часто сбивает с толку. Прежде всего, ИИ — это не робот, который представляет собой лишь своеобразную оболочку, которая лишь иногда имеет очертания человеческого тела. Между тем, ИИ — это компьютер внутри робота, который можно сравнить с мозгом внутри тела человека. Правда, пока это так называемый ограниченный ИИ, иначе — машинный разум, который по своей эффективности равен или превосходит человеческий в решении узких задач.

Благодаря ИИ компьютеры уже могут видеть, слышать и понимать. Большинство передовых исследований в этой области выполняются с помощью нейронных сетей. Различные их виды (свёрточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, цепь Маркова, долгая краткосрочная память, генеративно-состязательная сеть и др.) используются такими компаниями, как Google, Microsoft, Facebook, IBM с целью корректной идентификации изображений, речи или текста. К примеру, Microsoft создала микросхемы (программируемая пользователем матрица FPGA) с алгоритмами, способными перевести всю Википедию за считанные секунды.

После формулирования трёх законов робототехники Айзека Азимова и появления "Игры в имитацию" Алана Тьюринга уже к 1955 г. были сформированы такие концепции, как нейросети и некоторые другие, а профессор математики из Дартмутского колледжа Джон Маккарти придумал термин ИИ, объединяющий их все. Маккарти руководил группой, подавшей заявку на грант для организации конференции по ИИ в 1956 г., куда были приглашены многие ведущие исследователи того времени для обсуждения потенциальных областей изучения ИИ, включая обучение и поиск, зрение, логические рассуждения, язык и разум, игры (в том числе шахматы) и даже взаимодействия человека с такими разумными машинами, как личные роботы. Общим консенсусом тех обсуждений стало то, что у ИИ есть огромный потенциал для того, чтобы принести пользу людям. Собственно, с тех пор люди и ожидают от него той самой пользы.

Разумеется, восхождение ИИ не было простым. Несмотря на то что ещё в 1957 г. Фрэнк Розенблатт создал механическую нейросеть в Корнеллской лаборатории аэронавтики, лишь в 2011 г. электронная нейросеть сумела-таки "увидеть" кошку. Ведь большую часть своей истории ИИ существовал преимущественно в исследованиях, куда правительственные агентства, в том числе DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency — управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США), вливали деньги и практически не требовали отчёта по инвестициям. Не секрет, что в подобной ситуации исследователи ИИ часто преувеличивали потенциал своей работы, чтобы продолжать получать финансирование. Как результат — весьма пессимистичные прогнозы о потенциале ИИ и урезание бюджетов. Порой казалось, что ИИ не оправдал ожиданий и никогда уже не сможет достичь уровня человеческих возможностей. К тому же появление суперкомпьютеров создало иллюзию, что это и есть "тот самый ИИ".

Выяснилось, что относительно легко конструировать компьютеры, которые обладают превосходными логическими способностями (например, умение играть в шахматы), но невероятно сложно создавать компьютеры, которые могли бы демонстрировать человеческую физическую активность и восприятие. Поэтому в исследованиях ИИ наблюдались периоды так называемого "разочарования", прозванные в среде учёных "ИИ-зима". Финансирование иссякало, прогресс замедлялся, поэтому фокус внимания перемещался на другие области информатики. Первая "ИИ-зима" длилась с 1970-х до середины 1980-х, вторая — с 1990-х примерно по 2010-е.

В 1997 г. шахматный компьютер Deep Blue производства IBM победил Гарри Каспарова. Работа Deep Blue была похожа на работу ИИ, но компьютер не размышлял о стратегиях и не учился игре, как умели делать более поздние системы, а просто перебирал свою память в поисках лучшего варианта. Тем не менее победа Deep Blue вернула ИИ в круг общественного внимания, инвесторы были очарованы, а разработка ИИ получила новый импульс.

К 2011 г. учёные всего мира говорили о нейросетях и создавали их. А программист Джефф Дин из Google и профессор информатики из Стэнфорда Эндрю Ын создали большую нейросеть с огромным вычислительным ресурсом серверов Google, которой можно будет скормить огромный набор изображений. Эта нейросеть выдала три размытых изображения, обозначающих визуальные образы, которые она снова и снова встречала в обучающих данных — лицо человека, тело человека и кота. А уже в 2012 г. профессор Торонтского университета Джоффри Хинтон с двумя своими студентами создали глубокую нейросеть для компьютерного зрения AlexNet, выдающую в два с лишним раза меньше ошибок по сравнению с конкурентами. Это событие, возможно, сильнее остальных повлияло на возрождение интереса к глубоким нейросетям, и заслужило Хинтону прозвище "крёстный отец глубокого обучения".

В 2013 г. исследователи британского стартапа DeepMind опубликовали работу, где было описано, как нейросеть научилась играть и выигрывать в 50 старых играх от Atari. В марте 2016 г. AlphaGo обыграла величайшего игрока в го в мире Ли Седоля со счётом 4:1 в серии игр. В тот момент показалось, что на самом деле все люди проиграли восходящему игроку по имени ИИ, а не только один конкретный человек. Последние достижения в области глубоких нейросетей настолько сильно изменили область ИИ, что реальная его история, возможно, только лишь начинается, и он повлияет на все аспекты жизни XXI века.

Следует заметить, что термин ИИ в наше время считается немного неправильным. Он существует, скорее, как общее определение для нескольких видов технологий, наделяющих компьютеры и механизмы интеллектуальными возможностями. Дело в том, что современный ИИ включает в себя множество разных методов, которые позволяют расширить спектр возможностей компьютера. Например, машинное обучение, глубокое обучение, Big Data, нейронные сети, когнитивные вычисления и другие. В целом же современный ИИ — это просто ответ на вопрос: что случится, если предоставить машине бесконечную вычислительную мощность и бесконечные данные?. Индустрия движется по направлению к

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

автоматизации, когда компьютеры анализируют данные и на их основе принимают решения за доли секунды, в то время как у человека на подобную деятельность могут уходить недели. То, что мы в данный момент считаем ИИ, уже есть повсюду.

И вот уже ИИ встраиваются непосредственно в процессоры. В конце минувшего года в рамках конференции OpenTalks.AI 2020 компания Huawei представила стратегию перехода в новую эру искусственного интеллекта. Одними из драйверов означенного перехода станут, по мнению Huawei, программируемые нейропроцессоры (NPU) Ascend. Как заявлено, это первые в мире процессоры на базе технологии ИИ, ориентированные на использование в широком спектре сценариев. К настоящему моменту с применением ИИ-процессоров Huawei было реализовано свыше 500 проектов в более чем десяти отраслях, включая телекоммуникации, энергетику и транспорт.

Согласно прогнозам компании, к 2025 г. в мире будет насчитываться свыше 40 млрд умных устройств, а цифровые помощники будут уже у 90 % пользователей. Подобный прогресс станет возможным благодаря развитию ИИ-решений, которые уже сейчас находят применение в различных областях, от производства потребительской электроники до оснащения центров обработки данных и развёртывания городских систем безопасности. Цель — создание экосистемы ИИ, которая может заложить основу для полноценной цифровой трансформации, добавив в неё интеллекта. Собственно, сегодня многие (к примеру, Сбербанк) объявили о разработке решений на базе ИИ и создания соответствующей экосистемы. Другое дело, что различные экосистемы вряд ли смогут взаимодействовать (в мире ИИ царит острая конкуренция), что, очевидно, разделит рынок по принципу — а ты из какой экосистемы?

Число стран, которые разработали национальные стратегии развития ИИ, уже перевалило за три десятка. Есть такая стратегия до 2030 г. и в РФ. Она утверждена Указом Президента № 490 от 10.10.2019. Стратегией определены задачи развития ИИ в России, к которым относятся:

— поддержка научных исследований в целях обеспечения опережающего развития ИИ;

— разработка и развитие программного обеспечения, в котором используются технологии ИИ;

— повышение доступности и качества данных, необходимых для развития технологий ИИ;

— повышение доступности аппаратного обеспечения, необходимого для решения задач в области ИИ;

— повышение уровня обеспечения российского рынка технологий ИИ квалифицированными кадрами и уровня информированности населения о возможных сферах использования таких технологий;

— создание комплексной системы регулирования общественных отношений, возникающих в связи с развитием и использованием технологий ИИ.

К развитию ИИ в России привлекаются крупные государственные и частные компании. Выделяются немалые инвестиции. Развитие ИИ стало ведущим трендом последнего времени. Практическое использование ИИ сегодня сводится к упрощению решения множества задач, стоящих перед различными компаниями и организациями. С коммерческой точки зрения, машинное обучение часто используется для решения проблемы персонализации, вроде более таргетированной рекламы или улучшенной рекомендательной системы. В мире уже существует так много данных, что справиться с таким объёмом информации можно только с помощью машин, использующих интеллектуальные алгоритмы, помогающие людям принимать решения.

Однако предстоит ещё долгий путь, даже для решения ИИ, казалось бы, самых элементарных проблем. Одна из интересных разработок — это, к примеру, "распознавание позы". В частности, Facebook использует нейронные сети, чтобы научить компьютеры понимать, как человек двигается на фотографиях и видео. Необходимо научить компьютеры понимать, сидит ли в данный момент человек или стоит, машет руками или идёт, чтобы выйти хотя бы на уровень интеллекта двухгодовалого ребёнка. Несмотря на всю свою мощь и потрясающие способности, основанные на логических вычислениях, машины не настолько умны, что особенно касается познания и восприятия на человеческом уровне. Машины не могут брать на себя ответственность. По крайней мере, не в ближайшее время.

Говорят, ускорение темпов развития ИИ будет ключом к концу "Информационной" эпохи и началу "Автономной" эпохи, условную границу между которыми обозначают термином "Технологическая Сингулярность". Если грубо обобщить, то "Информационная" эпоха началась с появления печатного станка в 1450 г., который помогал распространять знания и информацию по всему миру. Теперь же у нас есть устройства, которые мы носим в кармане и которые могут получить доступ к любому виду данных в течение нескольких секунд или связаться с кем-либо в мире. Это логическое завершение "Информационной" эпохи.

Следующая эпоха будет такой, где компьютеры и машины выполняют для людей задачи, основываясь на принципах оптимизации и эффективности, с использованием огромных объёмов данных и эмпирических наблюдений. Назовите любую форму человеческой деятельности, о которой вы только можете подумать, и вы увидите способ, по которому новые алгоритмы смогут её усовершенствовать. И ещё следует понимать, что каждая отдельная машина будет ограничена в своих возможностях. Алгоритм, разработанный, к примеру, для сбора урожая, не сможет развернуться и выполнить оптимизацию контент-маркетинга. Ближайшее будущее (по крайней мере, следующие 50 лет) будет наполнено множеством узкоспециализированных ИИ, выполняющих конкретные задачи. А вот создание ИИ, который мог бы выполнять множество разнообразных видов задач (а это могло бы стать предпосылкой появления, к примеру, искусственного чувства), будет осуществлено нескоро. Ведь это самая сложная часть процесса, так как никто на самом деле не знает, как сделать компьютер "умным". До сих пор ведутся споры о том, как наделить машину возможностью отличать кошек от собак или распознавать букву Б.

На сей счёт существует несколько стратегий. Например, копирование мозга человека. В настоящее время учёные работают над так называемым обратным проектированием мозга человека. По оптимистичным прогнозам, это работа завершится к 2030 г. Как только проект будет создан, мы сможем узнать все секреты нашего мозга и черпать из этого новые идеи. Примером подобной системы является искусственная нейронная сеть.

Другой более экстремальной идеей является полная имитация функций мозга человека. В ходе этого эксперимента планируется разрезать мозг на множество тончайших слоёв и просканировать каждый из них. Затем, используя специальную программу, нужно будет создать 3D-модель, а затем внедрить её в суперкомпьютер. После этого мы получим устройство, которое официально будет обладать всеми функциями мозга человека, — ему останется лишь собирать информацию и учиться. Как долго нам осталось ждать? Достаточно долго, ведь на сегодняшний день специалистам не удалось скопировать даже 1 мм слоя мозга, состоящего из 302 нейронов (наш мозг состоит из 100 000 000 000 нейронов).

Если мы не можем создать точную копию мозга, мы можем постараться имитировать его эволюцию. На самом деле, к примеру, построить самолёт невозможно, просто скопировав крылья птицы. Каким же образом можно симулировать эволюционный процесс для создания общего ИИ? Суть метода генетического алгоритма заключается в том, что задачи оптимизации и моделирования решаются с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в живой природе. Несколько компьютеров будут выполнять различные задачи, и те из них, что окажутся наиболее эффективными, будут "скрещены" друг с другом. Машины, не справившиеся с задачей, будут исключены. Таким образом, спустя множество повторений данного эксперимента, алгоритм естественного отбора будет создавать всё более качественный компьютер. Трудность здесь заключается в автоматизации процесса эволюции и "скрещивания", ведь эволюционный процесс должен идти сам по себе. Недостатком описанного метода является то, что в природе эволюции требуются миллионы лет, а людям нужны результаты в течение пары десятилетий.

Когда учёные приходят в отчаяние, они пытаются создать программу, которая бы тестировала сама себя. Это может стать самым многообещающим методом создания общего ИИ. Идея заключается в том, чтобы создать такой

компьютер, чьими главными функциями будут исследования ИИ и кодирование изменений. Такой компьютер будет не только самостоятельно обучаться, но и изменять свою собственную архитектуру. Учёные планируют научить компьютер быть исследователем, главной задачей которого станет развитие собственного интеллекта.

Следует ожидать, что в определённый момент развития ИИ компьютеры начнут превосходить нас. ИИ, идентичный мозгу человека, будет иметь несколько преимуществ над людьми:

• Скорость. Нейроны человеческого мозга работают с максимальной частотой 200 Гц, в то время как современные микропроцессоры — с частотой 2 ГГц, или в 10 миллионов раз быстрее;

• Размеры. Мозг человека ограничен размерами черепа, и поэтому он не может стать больше. Компьютер может иметь любые размеры, предоставляя больше места для хранения файлов;

• Надёжность и продолжительность работы. Транзисторы работают с большей точностью, чем нейроны мозга. Кроме того, их легко можно починить или заменить. Мозг человека имеет свойство утомляться, в то время как компьютер может работать на полную мощность круглые сутки.

Также следует ожидать, что ИИ, запрограммированный на постоянное самосовершенствование, не станет ограничивать себя какими-либо пределами. Это означает, что, достигнув уровня человеческого интеллекта, машина не остановится на этом. Разумеется, когда компьютер станет "умнее" нас, это будет шоком для всего человечества. Так возникнет Искусственный Суперинтеллект (ASI — Artificial Superintelligence), который превзойдёт интеллект человека практически во всех областях, включая изобретения, общие познания и социальные навыки. Не исключено, что этот ASI в какой-то момент осуществит перехват управления человеческой цивилизацией и начнёт осуществлять его на свой лад (другое дело, что этот лад должен быть изначально заложен человеческими программистами).

Ну, а пока этого не случилось, в рамках стратегии своего развития и вооружённый всеми современными информационными инструментами ИИ уже сейчас мог бы поспособствовать человечеству решить целый ряд на первый взгляд практически неразрешимых задач определения причин вирусных эпидемий или, к примеру, фиксации конфликта интересов, являющихся предтечей коррупции и всяких других рисков для функционирования каждого государства.

Раз уж на развитие ИИ собираются выделять немалые инвестиции (а с ними в США применительно к ИИ уже были известные проблемы), то отчего бы не потратить их с толком. Почему бы, к примеру, сообща не развеять различные конспирологические версии по поводу заинтересованности и выгоды ряда индивидуумов от обрушившейся на цивилизации пандемии. Как могли возникнуть практически одновременно такие очаги инфекции в самых разных уголках планеты? Какие события в самых разных областях экономики и политики предшествовали этому? Где находились и чем занимались те или иные ключевые персоны, относящие себя к "мировому правительству"? Почему новый вирус действует сразу на несколько белков, что затрудняет противодействие? Как получилось, что, казалось бы, банальная мутация превратила его в настоящий таран для иммунной системы человека? Какова вероятность его искусственного происхождения? Где-таки находился так называемый "нулевой" пациент? Как связано наличие большого процента стареющего населения, отдельных рас с очагами заболевания? Каковы динамики финансирования бактериологических исследований и СМИ в ходе развития всего процесса? Где находятся секретные лаборатории, проводящие соответствующие исследования, и что в этих местах уже неоднократно случалось?

Собственно, подобных вопросов может быть ещё много, но даже ограниченный ИИ может установить связь между, казалось бы, совершенно отдельными событиями, чтобы понять, что это было — удивительное сочетание событий, похожее на возникновение жизни на Земле, традиционное разгильдяйство или умысел в лучших нацистских традициях освобождения планеты от каких-нибудь "неполноценных" индивидуумов. Кстати сказать, в современном информационном мире присутствуют все три указанные темы, и людям было бы крайне интересно, из-за чьей "неполноценности" цивилизация получила очередной чувствительный удар в незащищённое место, чтобы потом вынести приговор, дабы подобное не повторялось.

С другой стороны, чуть ли не ежедневные новости об обнаружении у скромных тружеников несметных богатств на банковских счетах, в многочисленной недвижимости и в бумаге с водяными знаками, будучи вручёнными ИИ в качестве технического задания, могут приобрести законченный вид в части определения всех участников процесса. Где-то что-то прибавилось, прошли транзакции, назначения, приобретения, инициативы, потери, разорения, переоформления, куплены билеты за кордон и т. д. и т. п. В каждом процессе действуют конкретные персоны и не менее конкретные интересы (причём отнюдь не всегда государственные). В современном цифровом мире невозможно стереть абсолютно все данные о том или ином событии или связанных событиях. К примеру, одна только ФНС вот уже в течение ряда лет регулярно демонстрирует нам, как это делается в XXI веке. Другое дело, что может получить государство в результате подобных исследований. С одной стороны, деньги (и немалые), с другой — очевидные репутационные потери от тех, кому доверены государственные интересы, от экономики до безопасности. Разумеется, последнему в наступающую эпоху очередного взлёта ИИ можно пытаться противодействовать, но, как свидетельствует цивилизационный опыт, наиболее целесообразно его возглавить. Потому что "цифра", потому что "цифровая трансформация", да и "верхи" говорили, что, вроде бы, хотят...

Ну, пока всё это не взял в свои руки ASI.

По материалам ***economy.gov.ru, habr.ru, dtf.ru, lpgenerator.ru, huawei.ru***

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

От диодов — к транзистору

А. ЧЕЧНЕВ, пос. Володарского Московской обл.

Начало

Послевоенное время ознаменовалось бурным развитием радиолокации. Отечественная наука и радиотехническая промышленность получила практическую помощь в лице иностранных специалистов, работавших в различных НИИ по контракту в интересах победившей стороны. При непосредственном участии последних и под руководством наших инженеров в НИИ-160 кремниевые диоды СВЧ-диапазона для радиолокационных станций изготавливались в макетных мастерских института, а с 1949 г. — в специально созданном детекторном цехе № 37 опытного завода. Технология производства диодов была ранее отработана немецкими фирмами и модернизирована в ЦНИИ-108. Заключалась она в нанесении на проводящую подложку кремниевой плёнки, получаемой методом вакуумного напыления в специальной установке, далее небольшие пластинки помещались в керамический корпус и к плёнке прижималась петля из пружинящей проволоки вольфрама или специального сплава с выводом на противоположный контакт. Названия приборов тех лет сейчас для нас выглядят экзотично и непонятно: КД2-И10, КД2С10А, КД2С3А, КД6В10А, КД6В3Б и другие. Такие приборы очень боялись ударов и любых сотрясений. Военные требовали улучшить механическую стойкость. Настойчивость усилилась после появления в иностранной печати сообщений о создании СВЧ-диодов, обычных детекторных диодов и усилительных твердотельных приборов (транзисторов) с вплавным точечным контактом. Такой контакт надёжнее в эксплуатации и устойчив к механическим воздействиям. Все ведущие научно-исследовательские институты нашей страны, для которых тематика полупроводников была близка, приступили к исследованиям по этой теме. В Москве это был ФИАН им. Лебедева (Вул Б. М., Ржанов А. В., Вавилов В. С.), в Ленинграде — ЛФТИ (Тучкевич В. М., Наследов Д. Н.), в Киеве, в Физическом институте Академии наук УССР расширил область своих исследований Лашкарёв В. Е.

Первое печатное сообщение по теории работы транзисторов в нашей стране, описывающее физические процессы в полупроводнике с помощью формул, в том числе, входные и выходные характеристики, было опубликовано в "Вестнике информаций" № 17 (61) за 1949 г., автор — Красилов Александр Викторович (**фото 1**). Эта статья являлась обзором, обобщением информации иностранных тематических изданий и ни в коей мере не отражала уровень наших научных исследований, достижений и производственного опыта в этой новой для нашей радиотехники области. С 1958 г. журнал стал называться "Зарубежная радиоэлектроника", с 1996 г. по 2013 г. — "Успехи современной радиоэлектроники".

Через несколько месяцев появилась публикация молодого, но уже очень известного физика, будущего руководителя кафедры полупроводников физфака МГУ Вавилова Виктора Сергеевича (Успехи физических наук, том XL, 1950 г., январь) статья называлась "Усиление токов высокой частоты кристаллическими германиевыми триодами". Кандидат физико-математических наук, до 1949 г. занимавшийся темой пьезоэффекта в сегнетоэлектриках, Ржанов Анатолий Васильевич опубликовал в 1950 г. труд "Кристаллические усилители и детекторы". Академик, действительный член Академии наук УССР Лашкарёв Вадим Евгеньевич также написал научно-популярный обзор по теме в январском номере журнала "Техника-молодёжи" за 1950 г., статья называлась "Полупроводники". На начало 50-х годов Вадим Евгеньевич руководил большим научным коллективом и рядом профильных лабораторий, где системно, уже много лет, занимались изучением физики полупроводников и созданием технологии изготовления приборов для практического применения в промышленности и в народном хозяйстве. Видимо, этот перечень не исчерпывающий, но отражает начало интенсивных работ по созданию германиевых диодов и транзисторов в нашей стране.

Лашкарёв В. Е. в Уфе ещё в военные годы наладил производство медно-закисных выпрямителей для использования в полевых радиостанциях (**фото 2**), в послевоенное время вплотную занимался физикой и применением полупроводников в фоторезисторах и термисторах, внедряя свои идеи в производство через НИИ-34 в Ленинграде.

При всей секретности проводимых работ в лабораториях вышеуказанных институтов должны были где-то остаться для потомков не только воспоминания заслуженных и уважаемых людей,

Вестник Информаций — № 17

Известно, что параметры кристаллических детекторов, а особенности германиевых высоковольтных детекторов, сильно зависят от окружающей температуры. Поэтому предполагалось, что будет найдена такая же температурная зависимость и для кристаллических триодов. Это, однако, не оправдалось на практике. Приводимые в литературе данные свидетельствуют о том, что сопротивления $r_э$ и r_c заметно уменьшаются с увеличением температуры, сопротивление r_b мало зависит от температуры, а коэфициент $\alpha = r_m/r_э$ возрастает с повышением температуры. Это возрастание, правда, невелико. α возрастает в пределах между —50 и +50° Ц, примерно, на 50%. В результате эти изменения почти компенсируют одно другое, и общий коэфициент усиления полупроводникового триода мало изменяется с температурой.

Основными недостатками кристаллических триодов, над устранением которых ведется работа, являются: высокий уровень шумов, сравнительно низкая предельная рабочая частота и большой разброс в значениях параметров для различных экземпляров.

Литература

1. «Илэктрикл Энджиниринг», март 1949, стр. 215—21.
2. «АрСиЭй Рив'ю», март 1949, стр. 5—16.
3. «Белл Лэборэтриз Рокорд», март 1949, стр, 89—93.
4. «Физикл Рив'ю», 15 апреля 1949, стр. 1208—25.

Кандидат техн. наук **А. В. Красилов**

Фото 1



Фото 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

но и какие-то официальные отчёты, документы, свидетельствующие о начале хотя бы опытного или промышленного производства в той или иной организации, желательно с фотографиями процесса и протоколами Государственной комиссии. Что-то из них мне найти удалось и позволило в общих чертах восстановить историю создания промышленного производства точечных германиевых транзисторов в Советском Союзе.

Только факты

Первое для меня по времени документально подтверждённое свидетельство о работах по созданию точечных транзисторов относится к концу 1949 г., когда в Ленинграде в НИИ-34 была начата разработка технологии серийного производства. До выпуска сколько-нибудь значимой лабораторной партии дело, к сожалению, не дошло. Причина была проста — отсутствие германия с высоким удельным сопротивлением. Наша промышленность в то время не могла обеспечить не только производственные потребности в этом полупроводнике, но и даже запросы лабораторий ведущих институтов оставались без удовлетворения. Установить фамилии и имена специалистов, кто начал производственные работы по созданию триодов в НИИ-34 мне, к сожалению, на данный момент не удалось (**фото 3**). К слову сказать, только какая-то случайность позволила ознакомиться нам, сейчас живущим, с ключевой информацией по теме, поскольку на отчёте о создании новых полупроводниковых приборов имеется надпись: "Уничтожить после ознакомления", далее подпись какого-то ответственного лица. Немного ниже — "Хранить", и опять подпись, но другая.

Дальше наша история начинает развиваться очень стремительно и для большинства читающих эти строки более чем неожиданно. К комплексному решению вопроса подключается советское правительство, и в 1950 г. по инициативе Министерства машиностроения и приборостроения СССР был проведён ряд организационных мероприятий по налаживанию производства и получению германия с высоким удельным сопротивлением, пригодного для изготовления высоковольтных диодов и транзисторов с целью применения их во вновь разрабатываемых математических машинах. Перед разработчиками вычислительной техники стала острая необходимость в сокращении количества электронных ламп путём замены их кристаллическими диодами и триодами. Применение германиевых приборов должно было обеспечить:

— сокращение потребления энергии;

— большой срок службы;

— уменьшение габаритов машин;

— повышение надёжности работы.

На одном из заводов ММиП СССР были размещены заказы для СКБ-245, ГИРЕДМЕТа и Академии наук СССР на специальное оборудование для получения в промышленных масштабах требуемого германия. В СКБ-245 ММиП СССР была организована разработка данной темы. Далее своим постановлением Совет Министров Союза ССР от 11 мая 1951 г. обязал Министерство машиностроения и приборостроения СССР и Академию наук Украинской ССР разработать технологию изготовления и выпустить в 1951 г. 1000 шт. германиевых высоковольтных диодов, способных заменить вакуумные диоды, а в 1952 г. — опытную партию в количестве 1000 шт. германиевых точечных триодов.

После постановления Правительства тема решением Министра была из СКБ-245 передана в НИИ СЧЁТМАШ, где в третьем отделе была организована специальная лаборатория № 32, руководителем которой стал Масленников В. М. (**фото 4**).

В соответствии с постановлением Совета Министров Союза ССР с Академией Наук Украинской ССР был составлен план совместной работы и тема выполнялась вместе с Институтом физики АН УССР. Предположу, что в середине 1950 г. технологией и оборудованием для промышленного производства германия, пригодного для изготовления работоспособных высоковольтных германиевых диодов и триодов, владели всего три организации — ГИРЕДМЕТ, ИФ АН УССР и лаборатория № 32 НИИ СЧЁТМАШ. Именно в эти организации в первую очередь были поставлены необходимые установки. Причём для изготовления приборов с заданными параметрами иногда весь германий производства ГИРЕДМЕТ подвергался многократной, до шести раз, перекристаллизации на установках двух других организаций (**фото 5**),

7027 Исследование полупроводников с целью применения их в качестве транзисторов:

1. Техническое задание, подбор материалов, разработка экспериментальных методов и изготовление лабораторного оборудования;

2. Исследование полупроводниковых систем в целях использования их в качестве детекторов с фиксированным контактом выпрямления;

1. Составлено техническое задание. 70
2. Изучена литература по транзисторам и детекторам.
3. Исследованы детекторные свойства неочищенного германия.
4. Налажены методы изготовления контактных острий, снятия вольтамперных характеристик. 100
5. Проведено знакомство с работами НИИ-108, НИИ-160, ОКБ-498 и ЛЭТИ. 100
6. Составлен отчет по работе.

Фото 3

ДИРЕКТОР НИИСЧЁТМАШ"а ММиП СССР (БОРИСОВ Н.И.)

Исполнители работы:

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ АН УССР.
НИИСЧЁТМАШ ММиП СССР.
СКБ-245 ММиП СССР.

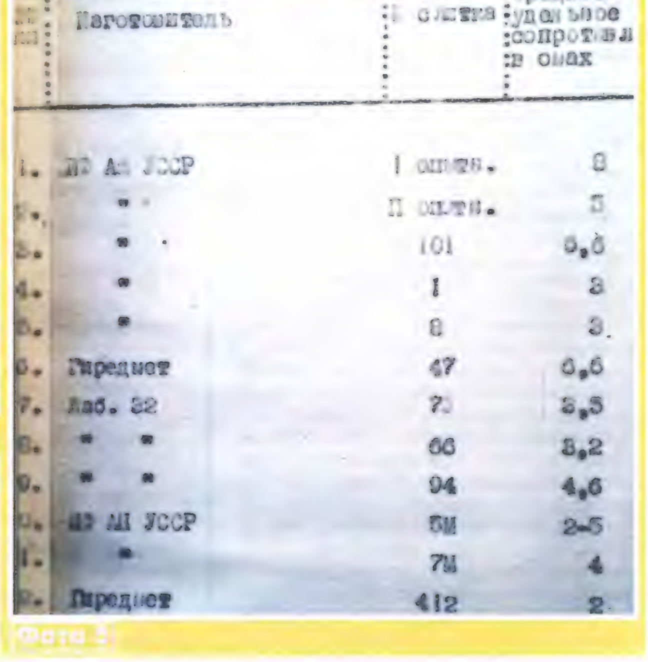
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ АН УССР (ЛАШКАРЕВ В.Е.) Научный руководитель темы, действительный член АН УССР.

НИИСЧЁТМАШ ММиП СССР (МАСЛЕННИКОВ В.М.)

СКБ-245 ММиП СССР (АЛЕКСАНДРОВ В.В.)

1952 год

Фото 4



№ пп	Изготовитель	№ слитка	Среднее удельное сопротивл. в омах
1.	ИФ АН УССР	I слит.	8
2.	" "	II слит.	5
3.	"	101	6,5
4.	"	1	3
5.	"	8	3
6.	Гиредмет	47	6,6
7.	Лаб. 32	7[illegible]	5,5
8.	" "	66	3,2
9.	" "	94	4,6
[illegible]	ИФ АН УССР	5М	2-5
[illegible]	"	7М	4
[illegible]	Гиредмет	412	2

Фото 5

Так, в Институте Физики АН УССР перекристаллизовано более чем 2,3 кг низкоомного германия.
В „НИИСЧЕТМАШ" ММ и П была проведена перекристаллизация более чем 0,8 кг.материала, давшая, как и в ИФАН УССР положительные результаты.

Эффективность метода была проверена также в Физическом Институте АН СССР, что можно видеть из нижеследующей выдержки из отчета ИФАН СССР составленного кандидатом физико математических наук А.В. РЖАНОВЫМ 27/П-1952 года (стр.18-19).

„ В самое последнее время, в связи с сообщением действительного члена АН УССР В.Е. Лашкарева на совещании при Отделении Физико-математических Наук АН СССР об очистке германия многократной перекристаллизацией его в графитовых тиглях, нами были поставлены аналогичные опыты.

Фото 6



Фото 7

(**фото 6**). Из последнего документа следует также, что с самого начала, по итогам каждого этапа проводимой совместной работы, ФИ АН УССР и НИИ СЧЁТМАШ регулярно делали устные доклады, отправляли научные и технические отчёты в АН СССР и Физический институт АН ССР им. Лебедева.

Где и кто

В начале этой разработки в Советском Союзе не было пригодных к применению высоковольтных полупроводниковых диодов с необходимыми характеристиками и не было германиевых триодов. Согласно специализированным литературным источникам, были только созданы опытные экземпляры триодов, которые не выходили за рамки отечественных лабораторий и имели много существенных недостатков, из них основные: большие внутренние шумы, ограниченный диапазон частот, малая отдаваемая мощность, низкая механическая прочность, неповторяемость характеристик, их нестабильность, полное отсутствие технологии серийного производства.

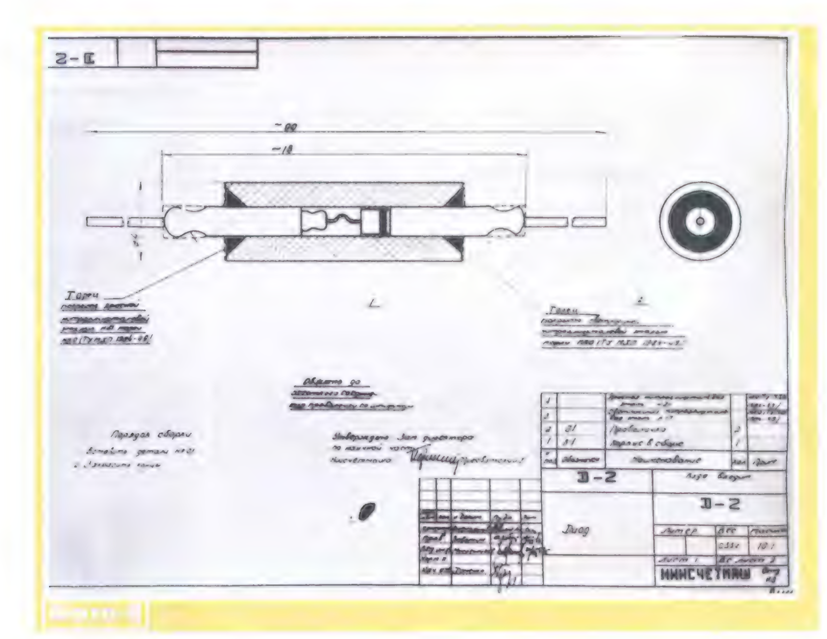
В начале разработки сотрудники лаборатории № 32 и Физического института Академии наук Украинской ССР использовали весь опыт работы в этой области ЦНИИ-108, который максимально предоставил имеющийся у них материал, что значительно помогло в развёртывании работ по теме.

В процессе проведения исследовательской работы академик Лашкарёв В. Е. в ИФ АН УССР и специалисты НИИ СЧЁТМАШ решали следующие вопросы:

— исследование детекторных и усилительных свойств германиевых приборов;

— улучшение диодных и триодных свойств германия путём перекристаллизации в графитовых тиглях;

— разработка метода определения пригодности слитков германия для изготовления диодов и триодов требуемого качества;



— разработка метода измерения параметров;

— исследования и разработка технологического процесса изготовления полупроводниковых приборов, в том числе, обработка поверхности германия, выбор материала игл и способа их заточки, выбор оптимального режима формовки импульсом;

— разработка конструкции диодов и триодов;

— разработка временных технических условий на германиевые диоды и триоды для математических машин;

— разработка метода испытания приборов на влияние температуры, механические воздействия, старение и другие;

— совместно с СКБ-245 начата разработка принципов применения диодов и триодов в математических машинах.

В результате проведённой работы в 1951 г. были изготовлены и всесторонне испытаны 1000 шт. высоковольтных диодов и экспериментальные образцы точечных триодов, что позволило в 1952 г. отработать конструкцию и техно-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

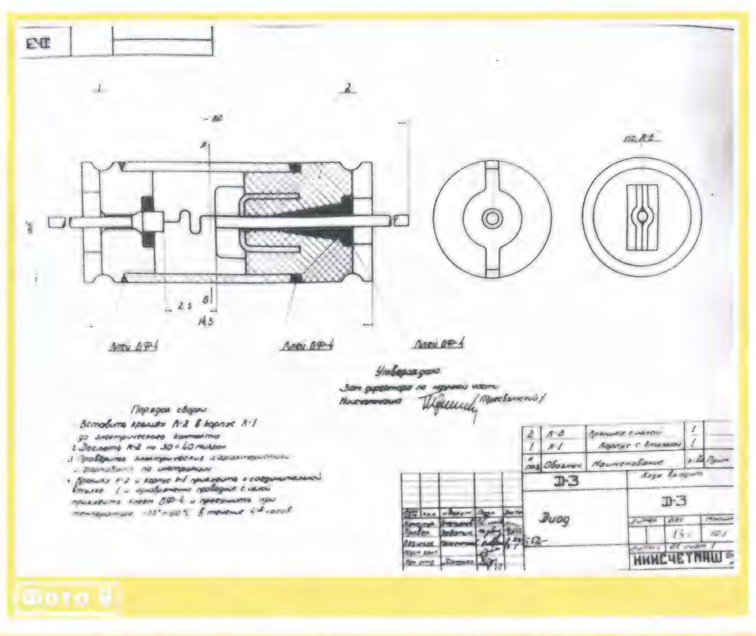


Фото 9

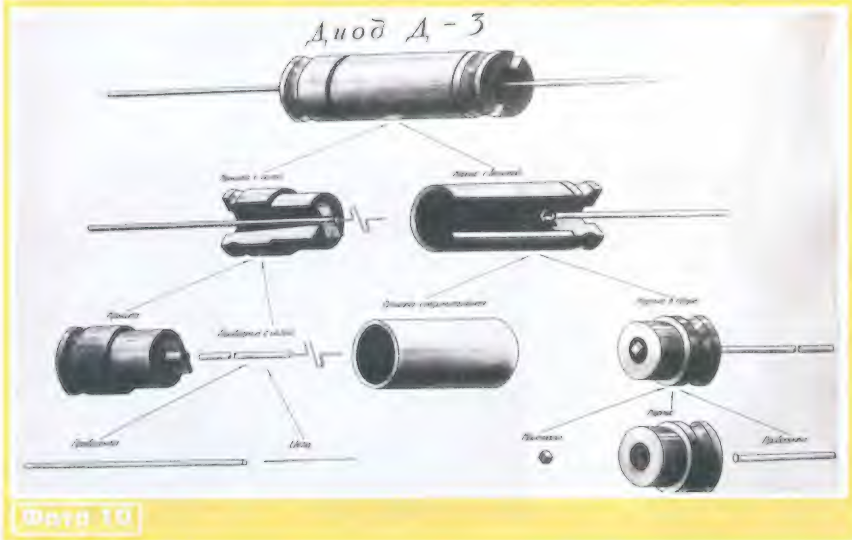


Фото 10

Все изготовленные транзисторы также были подвергнуты испытаниям.

К концу 1952 г. был разработан ряд схем и изготовлены действующие макеты на созданных германиевых приборах. Предварительные испытания показали большие преимущества их по отношению к устройствам, построенным на электронных лампах. Разработка по созданию германиевых диодов и триодов в основном проводилась экспериментальным путём, так как на момент этих работ не была разработана полная теория кристаллических детекторов и усилителей. Дальнейшие исследования свойств германия, а также длительные испытания изделий значительно улучшили их параметры.

Пора представить высоковольтные диоды, о которых шла речь выше, — это Д2 и Д3 (**фото 7**), которых я в предыдущих статьях ранее не касался, поскольку исторически и технологически они имеют самое непосредственное отношение к нашим первым транзисторам. Диод Д2 — высоковольтный выпуска 1951 г. прошу не путать с детекторным точечным Д2 в герметичном корпусе 1954 г. разработки Пужая А. Н. К тому же диод Д2, изготовленный в НИИ СЧЁТМАШ, был заменён в 1952 г. на диод с лучшими параметрами Д3, выдерживающий обратное напряжение до 200 В и имеющий повышенную мощность рассеивания, также созданный для применения в вычислительных машинах СКБ-245 и НИИ СЧЁТМАШ (**фото 8**, **фото 9**). Конструкция последнего (**фото 10** и **фото 11**) позволяла унифицировать детали корпуса с триодом и применять их и для производства диода Д3, и точечного германиевого транзистора, названного Т-2 (**фото 12** и **фото 13**). Более того, если триод по каким-либо параметрам браковался после изготовления, его узел с германиевым кристаллом поступал для изготовления диода Д3.

Уместно здесь будет отметить, что позже, к середине 50-х годов, стала понятна бесперспективность развёртывания промышленного производства высоковольтных диодов типов Д2 и Д3 для математических машин, поскольку не за горами был полный отказ от применения в математических вычислителях электронных ламп и освоение производства полностью полупроводниковых машин.

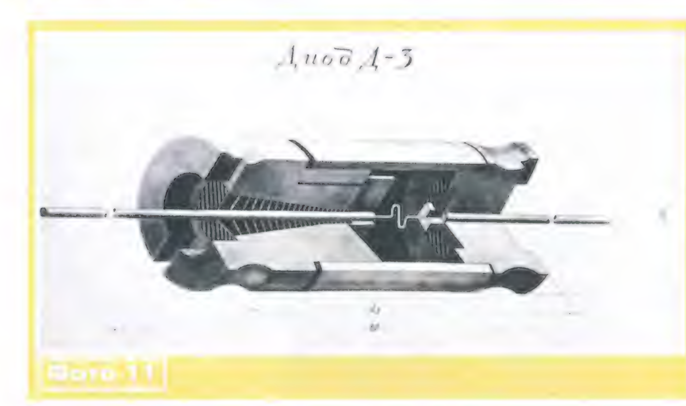


Фото 11

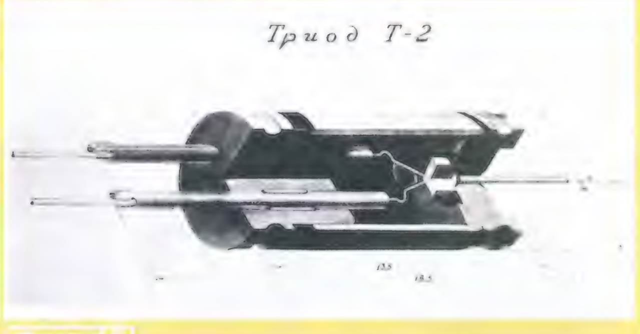


Фото 12

логию производства серийных германиевых триодов и выпустить опытную партию в количестве 1000 шт. со следующими параметрами:

Напряжение смещения эмиттера при токе 0,1...2 мА, В . . . . .0,08...0,7
Напряжение смещения коллектора при токе 2...5,5 мА, В . . . . .8...60
Коэффициент усиления . . . . . .30...220
Входное сопротивление, Ом . . . . .200...1000
Выходное сопротивление, кОм . . . . .10...50

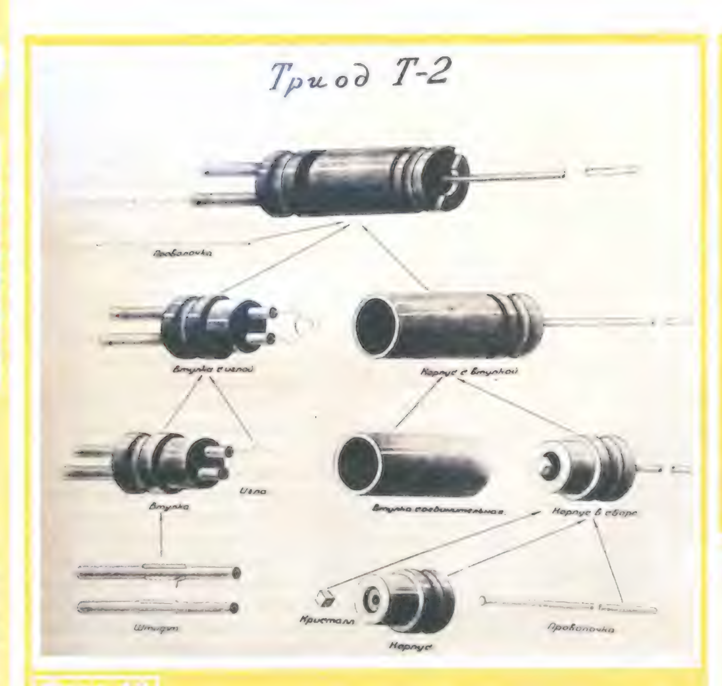
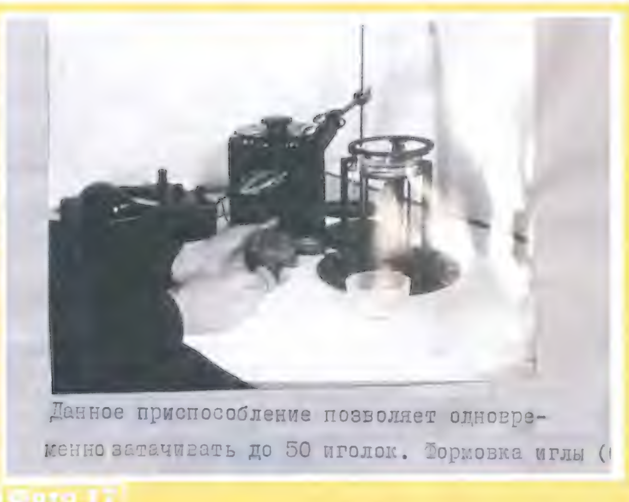


Фото 13

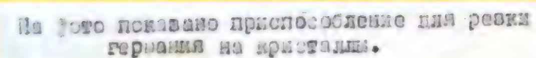



Фото 14



Данное приспособление позволяет одновременно затачивать до 50 иголок. Формовка иглы (с

Фото 17



На фото показано приспособление для резки германия на кристаллы.



Фото 15



На фото показан полировальный станок и приспособления.

Фото 16

Запрессовка штифта с иглой в корпус осуществляется на приспособлении, для чего корпуса в количестве 24 штук устанавливаются в диск приспособления, а штифт с иглой ставится в цангу. При повороте рукоятки (см. фото) до



Фото 18

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Микроманипулятор соединен с осциллографом, показывающим электрический контакт и диодную характеристику и со схемой стенда, определяющим режимы формовки. На приспособлении производится формовка (опе-

Фото 19

После прохождения данных операций, на корпус ставится серия и порядковый номер изделия (Опер. № 32). Затем производится клейка штифтов клеем БФ-4 (Опер. № 33), сушка в термостате - (Опер. № 34) и снятие параметров на стенде (См.фото)



Фото 20

После механического испытания с диода на стенде снимаются параметры (Опер. № 39) и он поступает на тренировку (Опер. № 40): Тренировка диодов производится на специальном стенде (см.фото).



Фото 21

Та же участь постигла и диод Д4, разработанный в НИИ СЧЁТМАШ в 1955 г., являвшийся модификацией Д2 в герметизированном пластмассой корпусе, который, конечно, полностью удовлетворял требованиям разработчиков на тот момент, но стал не перспективен и не нужен, с такими большими допустимыми напряжениями. Тактовые частоты постоянно повышались, и в дело пошли уже отработанные и серийно выпускаемые не столь высоковольтные, но весьма надёжные и быстродействующие Д2, а впоследствии и Д9.

А какая дальнейшая судьба ждала транзистор Т-2? Если присмотреться внимательно к размерам и конструкции этих приборов, можно вспомнить, что в середине 1953 г. был образован НИИ-35, полностью специализировавшийся на создании и освоении производства полупроводниковых приборов, то возникает чувство чего-то сильно знакомого, но давно позабытого. Мне не удалось пока найти ни одного экземпляра триода с маркировкой из ряда КС-1—КС-8, первой опытной партии (6000 шт.) транзисторной продукции будущего "Пульсара", упомянутой в отчёте за 1954 г. В связи со сказанным смею предположить, что это как раз и есть наш Т-2. Его в 1954 г. начали выпускать в НИИ-35 серийно, поскольку последующий освоенный тип, возможно, его модификация, сохранилась у многих радиолюбителей. Это триоды типа С-1 и С-2, (**фото 14**), подозрительно совпадающие по размерам и виду корпуса с Т-2, за исключением отсутствия изолированного базового вывода, соединённого теперь с корпусом триода. Имеющие у себя транзисторы типа С1 или С2 могут сравнить все размеры указанные для Т-2 на приведённом выше чертеже.

Как всегда, много интересного материала осталось за рамками этого обзора, но фотографии оборудования и приспособлений, на которых в 1951 и 1952 гг. силами ФИ АН УССР и НИИ СЧЁТМАШ создавались наши первые серийные точечные транзисторы, считаю нужным привести (**фото 15** — **фото 21**).

Плоскостные транзисторы были отработаны и готовы к промышленному производству в начале 1955 г., но у меня пока недостаточно материала по теме, и требуется некоторое время для рассказа похожей и, вместе с тем, совсем другой истории.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Гибридный УМЗЧ "Унисон"

А. АХМАТОВ, Д. САННИКОВ, г. Ульяновск

Авторы продолжают знакомить наших читателей со своими разработками ламповых УМЗЧ, отличающихся простотой и оригинальностью схемных решений. В этой статье они предлагают несложный вариант усилителя, собранного на электронной лампе, с применением мощного выходного каскада на транзисторах. Отсюда и название усилителя — "Унисон", как слитное "звучание в хоре" лампового и транзисторного каскадов.

Схема УМЗЧ, собранного на доступной элементной базе, приведена на **рис. 1**. Выходной каскад собран на комплементарной паре из мощных транзисторов VT1, VT2 структуры Дарлингтон и работает в режиме, близком к классу "А", позволяя при однополярном питании 64±5 В получить максимальную выходную мощность до 40 Вт. Такой усилитель может стать попыткой найти "золотую середину" между инструментальной "детальностью", "теплотой" лампового звука с "напористостью" мощного транзисторного каскада без применения трудоёмкого и дорогостоящего выходного трансформатора.

Основные технические характеристики

Чувствительность по входу, В 0,8
Мощность номинальная (максимальная), Вт 36 (40)
Коэффициент гармоник на частоте 1 кГц при мощности 36 Вт, % 0,5
Диапазон рабочих частот по уровню −2 дБ, Гц . . . . .10...50000
Сопротивление нагрузки (номинальное), Ом . . . . . . .6...12 (8)

Входной каскад на левом по схеме триоде лампы VL1 6Н23П усиливает входной сигнал по напряжению. Следующий за ним каскад на правом триоде VL1 собран катодным повторителем. Обладая малыми нелинейными искажениями, хорошими частотными свойствами и небольшой зависимостью выходного напряжения от изменения сопротивления нагрузки, он способствует устойчивой работе входного каскада усилителя и обеспечивает необходимый ток для работы оконечного (выходного) каскада. Усиленный по напряжению сигнал через разделительный конденсатор C2 и резисторы R6,R7 поступает на базы транзисторов выходного каскада. Его ток покоя (около 0,4 А) задан плечами делителя напряжения R5, R8 и стабилизируется терморезистором RK1. С повышением температуры транзисторов выходного каскада сопротивление терморезистора уменьшается, предотвращая рост тока покоя за счёт уменьшения падения напряжения между базами транзисторов VT1 и VT2. С понижением температуры происходит обратный процесс.

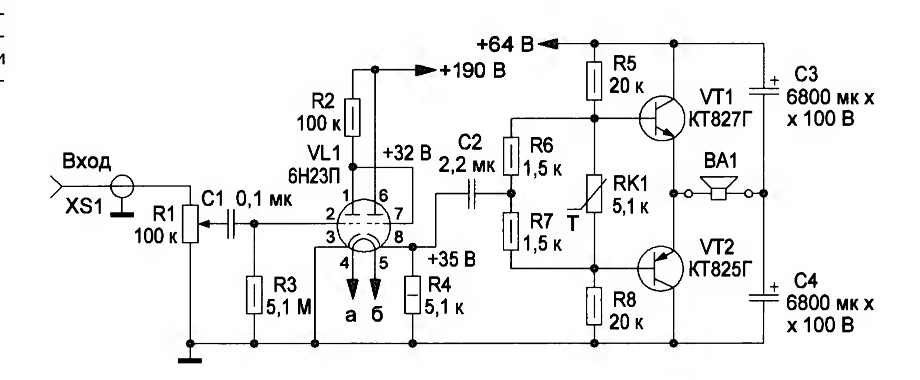


Рис. 1

Схема блока питания УМЗЧ приведена на **рис. 2**. Блок питания имеет два выходных напряжения. Одно — +190 В, получено умножением напряжения со вторичной обмотки II силового трансформатора T1 в четыре раза. Оно предназначено для питания двойного лампового триода VL1. Второе, равное 64 В, — для питания выходного каскада.

Транзисторы выходного каскада устанавливают на два теплоотвода. Площадь каждого теплоотвода — около 1000 см^2. На каждом теплоотводе устанавливают по два транзистора одного типа проводимости с нанесённой термопастой КПТ-8 на внутренней поверхности. При такой компоновке не требуется крепления транзисторов через изолирующие теплопроводящие подложки.

Детали самого усилителя рекомендуем разместить сбоку теплоотводов на монтажных лепестках и на лепестках ламповой панели, а блок питания собрать отдельно. Терморезистор RK1 — малогабаритный, например, типа MF5A-3 номинальным сопротивлением 5,1 кОм (при 25 °C), размещён внутри небольшой керамической трубки (можно от неисправного паяльника) с применением термопасты КПТ-8. Трубку крепят в отверстии одного из теплоотводов, а выводы терморезистора припаивают к монтажным лепесткам, закреплённым на теплоотводе. Все резисторы — типа МЛТ или импортные, но вдвое большей мощности. Резисторы R2—R4 применены с допуском 10 % от номинала, а R5—R8 — 5 %. Конденсатор C1 — полиэтилентерефталатный фольговый, например К73-9; C2 — полиэтилентерефталатный металлоплёночный К73-11 или подобный. Отечественные транзисторы VT1, VT2 — КТ927Г и КТ925Г, можно заменить импортными аналогами.

В блоке питания для двухканального УМЗЧ может быть применён силовой трансформатор мощностью не менее 140...150 Вт, например серии ТПП, с допустимым током вторичной обмотки II не менее 2,5 А при напряжении на обмотке ~50 В и накальной обмотки III около 1 А при напряжении ~6,3 В. Если накальной обмотки нет, то её можно намотать самостоятельно или применить в качестве накального дополнительный готовый маломощный сетевой трансформатор.

Наиболее удачным, по мнению авторов, является раздельное питание каждого канала УМЗЧ (каждый от своего блока питания). В этом случае в блоке питания каждого из каналов потребляемый ток будет вдвое меньше. Для моноблочного варианта подойдут, например, трансформаторы ТПП-269 и подобные им, но лучше трансформаторы, имеющие обмотки с напряжениями ~6,3 В для накала ламп. Оксидные конденсаторы C1—C6 — импортные малогабаритные. Дроссель L1 — Д141 заменим Д156, Др-48-204.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Его можно рассчитать и изготовить самостоятельно по известной методике. Мотать следует проводом диаметром не менее 0,5 мм, при этом активное сопротивление дросселя должно быть не более 1 Ом. В качестве справочного материала приводим параметры дросселя Др-48-204: магнитопровод Ш20×20, сборка с зазором 0,16 мм; использована обмотка I, содержащая 300 витков провода ПЭЛ-1 диаметром 0,64 мм.

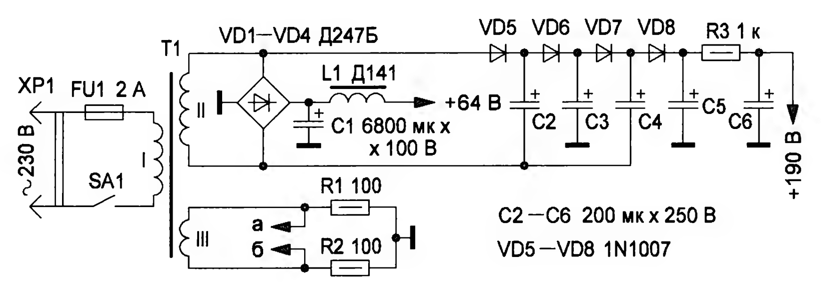


Рис. 2

Первое включение УМЗЧ необходимо проводить при пониженном напряжении питания во избежание выхода из строя мощных транзисторов при возможных ошибках монтажа. В точке соединения эмиттеров транзисторов необходимо выставить напряжение, равное половине напряжения питания, с помощью подбора одного из резисторов R5 или R8. Все напряжения в схеме измерены под нагрузкой при отсутствии входного сигнала. Ток, потребляемый выходным каскадом, при номинальной мощности УМЗЧ составляет около 1 А.

Для усилителя могут подойти те же звуковые колонки, что и для транзисторных усилителей, однако для максимально близкого к "ламповому" звучанию следует использовать высокочувствительные динамические головки с мягкими подвесами и бумажными диффузорами. Идеальным же вариантом является акустическая колонка открытого типа.

"Вторая жизнь" проигрывателя "Феникс ЭП 009С" (замена КР1820ВЕ1А на PIC16F873A-I/SP)

А. ГЕТТЕ, г. Рязань

При неисправной микросхеме ППЗУ КР556РТ17 проигрыватель грампластинок "Феникс ЭП 009С" становится полностью неработоспособным. Дело в том, что это ППЗУ содержит программу для микроЭВМ КР1820ВЕ1А [1], управляющей всеми узлами проигрывателя и контролирующей их работу. Найти для замены отказавшей уже запрограммированную должным образом микросхему ППЗУ или коды для её самостоятельного программирования сегодня практически невозможно.



Рис. 1

Чтобы выйти из сложившейся ситуации, я установил в проигрыватель вместо имевшейся в нём микроЭВМ более современный восьмиразрядной микроконтроллер PIC16F873A-I/SP, изображённый на **рис. 1**. Он не требует внешней памяти, а программу для него, выполняющую все функции прежней, я разработал в среде HI-TECH PICC v9.80 самостоятельно.

Для ремонта предлагаемым методом необходимо выпаять из блока А11 проигрывателя "Феникс ЭП 009С" три микросхемы (**рис. 2**) — К561ИР6А, КР556РТ17 и КР1820ВЕ1А, соответственно DD2, DD4 и DD8 согласно схеме [2]. Поскольку печатные проводники расположены на обеих сторонах плат управления проигрывателем, выпаивать микросхемы лучше феном.

Освободившиеся от микросхемы DD8 контактные площадки нужно соединить с контактами панели для микросхемы в корпусе DIP28 тонкими одножильными изолированными проводами длиной два-три сантиметра (**рис. 3**). Порядок соединения должен соответствовать **таблице**. Не указанные в ней контактные площадки остаются свободными. Поскольку внешняя память больше не требуется, свободными остаются и посадочные места под микросхемы К561ИР6А и КР556РТ17.



Рис. 2

Больше никаких вмешательств в проигрыватель не требуется. Остаётся загрузить из файла FENIKS.X.production.hex коды новой программы в микроконтроллер PIC16F873A-I/SP. Я использовал для этого программатор

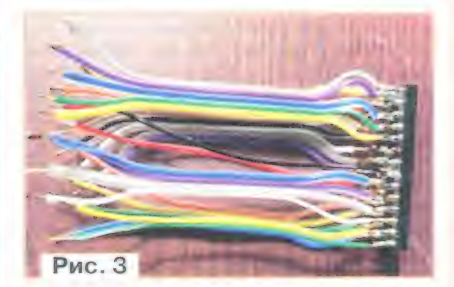


Рис. 3

PICkit-2. Запрограммированный микроконтроллер нужно вставить в панель. Если при её монтаже не были допущены ошибки, всё заработает.

Рабочие режимы обновлённого проигрывателя:

— пуск;

— стоп;

— переключение скоростей 33/45;

— автоматическое бесконечное повторение проигрывания пластинок размеров 30 см и 17 см;

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Вывод PIC16F873A		Конт. площадка для КР1820ВЕ1А
Номер	Функция	
1	MCLR	4
2	RA0	37
3	RA1	38
4	RA2	39
5	RA3	40
8	Общий	22
9	OSC1	2
11	RC0	11
12	RC1	12
13	RC2	33
14	RC3	13
15	RC4	14
16	RC5	19
17	RC6	20
18	RC7	21
19	Общий	22
20	+5 В	17
21	RB0	15
22	RB1	16
23	RB2	26
24	RB3	27
25	RB4	28
26	RB5	29
27	RB6	30
28	RB7	31

— перемещение тонарма с помощью клавиш управления в обоих направлениях;

— автоматическое срабатывание микролифта при ручном перемещении тонарма;

— автоматическая блокировка перемещения тонарма в положении "игла на пластинке";

— подъём/опускание тонарма;

— автоматическое определение размера пластинок 30 см и 17 см;

— автоматическая установка тонарма на начальные звуковые дорожки пластинок;

— автоматическая блокировка пуска диска без пластинки во избежание повреждения иглы;

— аварийный автостоп: если тонарм опущен на пластинку, но диск не вращается или не достигнута положенная скорость (индикатор "Кварц" не светится), то через 5 с проигрыватель переходит в состояние "СТОП". При периоде мигания индикатора "Кварц" менее 5 с проигрыватель продолжает работу, не переходя в состояние "СТОП";

— регулировка тонарма: микролифт опущен, мигает индикатор "СТАРТ/СТОП".

ЛИТЕРАТУРА

1. КР1820ВЕ1, КР1820ВЕ1А, ЭКР1820ВЕ1. — URL: **https://eandc.ru/pdf/mikroskhema/kr1820ve1.pdf** (30.03.2020).

2. Принципиальная электрическая схема электропроигрывателя "Феникс ЭП 009С". — URL: **https://www.tehnari.ru/attachments/f269/434985d1552207957-oaieen-009n-noaia1.jpg** (30.03.2020).

От редакции. По адресу http://ftp.radio.ru/pub/2020/05/feniks.zip имеется программа микроконтроллера.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. Радиостанция "Звезда" выиграла конкурс на эфирную частоту 94,1 МГц для вещания в Санкт-Петербурге. Совсем скоро жители северной столицы смогут слушать познавательные и аналитические программы, самые актуальные новости и лучшую музыку от "Звезды".

Радиостанция вещает на территории России, Таджикистана и Луганской Народной Республики. За время своего существования станция неоднократно получала награды (источник — URL: **https://tvzvezda.ru/news/vstrane_i_mire/content/20202281347-CoZMu.html** (07.04.20)).

В г. Санкт-Петербурге в преддверии женского дня 8 Марта состоялся торжественный запуск радиостанции "Хит FM". Это одна из пяти радиостанций холдинга "Русская Медиагруппа". В холдинг входят также "Русское Радио", "Monte Carlo", DFM, "Радио Maximum". И только "Хит FM" не был представлен в Северной столице.

Право на вещание на частоте 92,4 МГц учредитель радиостанции ЗАО "Корпорация "Радио-Арт" получила по итогам конкурса Роскомнадзора ещё в 2018 г.

"Хит FM" охватывает сегодня около тысячи городов. В основном станция ориентируется на взрослую, семейную аудиторию. 24 часа в сутки в эфире звучат актуальные новости, а также зарубежные и русскоязычные хиты (источник — URL: **https://riafan.ru/1256413-svoe-veshanie-na-chastote-92-4-nachalo-radio-khit-fm-fan-tv** (07.04.20)).

АДЫГЕЯ. ГТРК "Адыгея" в летнем сезоне будет транслировать программы иновещания на коротких волнах по следующему расписанию:

с 18.00 до 19.00 — на адыгейском, арабском и турецком языках по пятницам;

с 18.00 до 19.00 — на адыгейском языке по понедельникам;

с 19.00 до 20.00 — на адыгейском языке по воскресеньям.

Все вещание будет вестись на частоте 6000 кГц, мощность передатчика — 100 кВт, азимут — 188 градусов.

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. 1 марта филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Книга" в г. Барнауле на частоте 87,9 МГц. Передающее оборудование было размещено на телемачте Алтайского радиотелецентра РТРС в сентябре 2018 г. Антенна для передатчика мощностью 1 кВт закреплена на высоте 144 м (источник — URL: **https://altai.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-kniga-v-barnaule/** (07.04.20)).

АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ. 12 марта радиостанция "Русский Хит" начала свое вещание в г. Архангельске и Северодвинске на частоте 89,6 МГц (источник — URL: **https://vk.com/superhitrus?w=wall-2357771_91011** (07.04.20)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. 12 марта филиал РТРС "Волгоградский ОРТПЦ" запустил эфирную трансляцию радиостанции "Маяк" в г. Камышине на частоте 92 МГц. Вещание ведётся ежедневно с 06.00 до 01.00 по московскому времени. В Волгоградской области радиостанция "Маяк" ранее была доступна только 1,5 миллионам жителей г. Волгограда и его окрестностей (источник — URL: **https://volgograd.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-mayak-v-kamyshine/** (07.04.20)).

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ. 11 марта началось вещание радиостанции "Наше Радио" в пяти новых городах Воронежской области. Музыку теперь могут слушать жители Борисоглебска (частота вещания — 100,4 МГц), Калача (частота вещания — 104,3 МГц), Новохопёрска (частота вещания — 91,1 МГц), Острогожска (частота вещания — 103,3 МГц) и Павловска (частота вещания — 104 МГц) (источник — URL: **https://multimediaholding.ru/zhiteli-pyati-gorodov-voronezhskoj-oblasti-prisoedinilis-k-nashemu-radio/** (07.04.20)).

КОМИ РЕСПУБЛИКА. 1 марта филиал РТРС "РТПЦ Республики Коми" начал трансляцию радиостанции "Вести FM" в г. Сыктывкаре на частоте 88,3 МГц, мощность передатчика — 1 кВт. Параллельно филиал запустил передатчик "Радио Шансон" на частоте 90,4 МГц мощностью 450 Вт (источник — URL: **https://komi.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-zapustil-fm-translyatsiyu-radio-vesti-fm-i-radio-shanson-v-syktyvkare/** (07.04.20)).

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. 1 марта филиал РТРС "Новгородский ОРТПЦ" запустил трансляцию радиостанции "Радио России" в селе Залучье. Частота вещания — 101,4 МГц, мощность передатчика — 1 кВт, высота подвеса антенны — 220 м. Вещание "Радио России" на частоте 71,93 МГц в этом селе прекращено (источник — URL: **https://novgorod.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-sele-zaluche/** (07.04.20)).

НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛ. 1 марта филиал РТРС "Сибирский РЦ" начал трансляцию программ "Радио 54" на частоте 107,6 МГц в районном центре Довольное. Мощность передатчика — 0,1 кВт, высота подвеса антенны — 148 м.

"Радио 54" — единственная радиостанция Новосибирской области с собственным круглосуточным вещанием в Новосибирске и в 11 крупных населённых пунктах региона (источник — URL: **https://novosibirsk.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-54-v-dovolenskom-rayone/** (07.04.20)).

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

РАДИОПРИЁМ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 5, 2020

6 марта с 8 ч утра по московскому времени радиостанция "Серебряный Дождь" начала вещание в г. Новосибирске на частоте 96,6 МГц (источник — URL: **https://www.silver.ru/events/SerebryanyyDozhdnachnetveshchanievNovosibirske/** (7.04.20)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. С 14 марта радиостанция "Соль FM" работает в городах Лысьва и Чусовой на частоте 100,9 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-124518429_99408** (07.04.20)).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. 16 марта филиал РТРС "Свердловский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Волна FM" в городах Ирбите, Красноуфимске и Североуральске. Вещание ведётся ежедневно и круглосуточно в г. Ирбите — на частоте 105,2 МГц, в Красноуфимске — на частоте 106,1 МГц, в Североуральске — на частоте 89,7 МГц (источник — URL: **https://ekburg.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-volna-fm-v-irbite-krasnoufimske-i-severouralske/** (07.04.20)).

ТАТАРСТАН. С 20 марта радиостанция "Радио Monte Carlo" на частоте 89,5 МГц в эфире г. Набережные Челны (источник — URL: **https://vk.com/tatarstan_radiotv?w=wall-14553046_39426** (07.04.20)).

ТОМСКАЯ ОБЛ. 7 марта филиал РТРС "Томский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" с вставками региональных программ ГТРК "Томск" в селе Вертикос Каргасокского района. Частота вещания — 101,5 МГц, мощность передатчика — 0,1 кВт. Этот передатчик стал пилотным объектом модернизации сетей эфирного радиовещания ВГТРК в регионе за пределами областного центра. В этом году филиалу предстоит запустить ещё 41 передатчик "Радио России" в Томской области (источник — URL: **https://tomsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-rossii-v-vertikose/** (07.04.20)).

17 марта филиал РТРС "Томский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Книга" в г. Томске, частота вещания — 98 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://tomsk.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-kniga-v-tomske/** (07.04.20)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. 7 марта филиал РТРС "Тульский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Книга" в г. Туле. Частота вещания — 89,2 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://tula.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-fm-translyatsiyu-radio-kniga-v-tule/** (07.04.20)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО. 12 марта радиостанция "Русский Хит" начала работу на частоте 89,5 МГц в г. Сургуте (источник — URL: **http://krutoymedia.ru/news/7214.htm** (07.04.20)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. В г. Троицке в марте начало вещание "Радио России" на частоте 107,9 МГц, мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: **https://vk.com/chelradiotv?w=wall-18520524_33246** (07.04.20)).

ЧУВАШИЯ. "Радио Книга" 17 марта запустила вещание в городах Чебоксары и Новочебоксарске на частоте 106,2 МГц. Также передачи радиостанции можно принимать в окрестных населённых пунктах. Лицензия на вещание в Чебоксарах была получена в 2016 г. (источник — URL: **http://fmradio.ru/v-cheboksarax-zarabotalo-radio-kniga-takzhe-peredachi-radiostancii-mozhno-lovit-v-okrestnyx-naselennyx-punktax/** (07.04.20)).

ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛ. Православная радиостанция "Радио Вера" 16 марта начала вещание в г. Ярославле на частоте 98,3 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-51326921_21005** (07.04.20)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АВСТРИЯ/ПРИДНЕСТРОВЬЕ. "ТрансМировое радио" для трансляции религиозных программ в летнем сезоне на русском, украинском и белорусском языках запланировало единственную частоту 999 кГц (передатчик в Приднестровье мощностью 500 кВт) в период с 17.30 до 19.00. Время вещания в течение сезона может быть скорректировано.

АВСТРИЯ/РОССИЯ. Радиостанция HCJB ("Voice of The Andes"/"Голос Анд") в летнем сезоне транслирует религиозные программы на частоте 13800 кГц по субботам в направлении России. С 15.30 до 16.00 — на русском языке, с 16.00 до 16.30 — на чеченском языке. Используется передатчик мощностью 100 кВт в Moosbrunn (Австрия). Программы записываются в студии "Откровение" г. Воронежа (источник — информация главного редактора студии).

АЛЯСКА/США. Находящаяся здесь радиостанция KNLS ("The New Life Station") в летнем сезоне запланировала религиозные передачи на русском языке по следующему расписанию:

в 09.00 — на частоте 9695 кГц;
в 11.00 — на частоте 9580 кГц;
в 15.00 — на частоте 9730 кГц.

Все программы продолжительностью один час (источник — URL: **https://www.knls.net/home/расписание/** (07.04.20)).

КОРЕЯ. С 29 марта часовая передача на русском языке радиостанции "KBS World Radio" выходит в эфир ежедневно с 12.00 до 13.00 на частоте 1170 кГц. Повторы — с 13.00 до 14.00 — на частоте 9645 кГц и с 18.00 до 19.00 — на частоте 9820 кГц.

С домашней страницы "Всемирного радио KBS" в Интернете на канале Win.K11 часовую программу можно слушать с 18.00 до 19.00 и с 09.00 до 10.00. Приём часовой программы соответствующего дня доступен с сайта в Интернете в круглосуточном режиме на канале Win.K24. Адрес сайта на русском языке <**http://world.kbs.co.kr/service/index.htm?lang=r**> (источник — URL: **http://world.kbs.co.kr/service/program_notice_view.htm?lang=r&procode=one&bbs=one_notice&no=34755** (07.04.20)).

МАДАГАСКАР. Радиостанция "Madagascar World Voice" (MWV, принадлежит к организации "World Christian Broadcasting") в летнем сезоне запланировала трансляции программ религиозного содержания на русском языке с использованием передатчика мощностью 100 кВт по следующему расписанию:

с 18.00 до 19.00 — на частоте 9880 кГц;
с 19.00 до 20.00 — на частоте 9845 кГц

(источник — URL: **https://www.knls.net/home/расписание/** (07.04.20)).

РУМЫНИЯ. Начиная с 29 марта, "ИнтерРадио Румыния" планирует транслировать свои передачи на русском языке по следующему расписанию:

с 04.30 до 04.56 — на частотах 6190, 7305DRM кГц;
с 13.00 до 13.56 — на частотах 9890, 11940 кГц;
с 15.00 до 15.26 — на частотах 7360, 9580DRM кГц

(источник — URL: **https://www.rri.ro/ru_ru/Частоты_Русской_службы-264** (07.04.20)).

В летнем сезоне двадцатипятиминутные передачи "ИнтерРадио Румыния" на украинском языке выходят в эфир три раза в день: в 15.00 17.00 и 19.00 на частоте 5910 кГц, направление вещания — Украина (источник — URL: **https://www.rri.ro/uk_uk/Частотний_розклад_передач_українською_мовою_ВСРР-263** (07.04.20)).

ТАЙВАНЬ. Передачи "Международного радио Тайваня" на русском языке в эфире на следующих частотах:

9490 кГц — с 11.00 до 12.00, регион вещания — Сибирь и Дальний Восток;
5900 кГц — с 17.00 до 17.30, регион вещания — Европа и Центральная Россия

(источник — URL: **https://ru.rti.org.tw/radio/programMessageView/id/56841** (07.04.20)).

Хорошего приёма и 73!

Как "измерить" магнитную проницаемость

И. ПОДУШКИН, г. Москва

В статье предложена методика определения магнитной проницаемости ферромагнитных материалов, из которых изготовлены ферритовые кольцевые П- и Ш-образные магнитопроводы.

В хозяйстве радиолюбителей накапливаются различные ферромагнитные, чаще всего ферритовые магнитопроводы (**рис. 1**). Информация, даже минимально необходимая, об их свойствах (материал магнитопровода, магнитная проницаемость и т. д.) нередко отсутствует, а со временем или забывается, или теряется. Кроме того, после разборки морально устаревшей или вышедшей из строя аппаратуры, например, импульсных источников питания, остаются моточные изделия — импульсные трансформаторы, дроссели, катушки индуктивности, чаще всего немаркированные, которые затем можно использовать в других конструкциях. Чтобы как-то оценить возможности магнитопровода, необходимо знать хотя бы начальную магнитную проницаемость материала, из которого он изготовлен. Она потребуется, например, при расчёте импульсного трансформатора или дросселя.



Рис. 1

Конечно, непосредственно измерить магнитную проницаемость, как это вынесено в заголовок, невозможно. По крайней мере, автору подобные измерения неизвестны. Однако это не означает, что магнитную проницаемость материала магнитопровода нельзя определить. Можно. Но для этого необходимо либо непосредственно измерить какой-то параметр, зависящий от магнитной проницаемости, либо провести косвенные измерения, а затем вычислить его. И такой параметр есть. Это — индуктивность. Далее речь в статье пойдёт о вычислении магнитной проницаемости по результатам измерения индуктивности.

Предполагается, что её есть чем измерить. А что делать, если под рукой нет прибора для измерения индуктивности? В таком случае потребуются генератор низкой (звуковой) частоты и осциллограф. Последовательно с намотанной пробной обмоткой подключают резистор сопротивлением, превышающем активное (омическое) сопротивление обмотки в 10...100 раз. Такое сопротивление необходимо, чтобы можно было пренебречь активной составляющей падения напряжения на пробной обмотке и считать, что напряжение на ней зависит только от реактивной (индуктивной) составляющей. На цепь из последовательно соединённых пробной обмотки и резистора подают напряжение от генератора. Частоту генератора выбирают такой, чтобы можно было осциллографом измерить амплитуду напряжения на пробной обмотке — чем больше, тем лучше. В большинстве случаев частоту можно установить около 10 кГц. Напряжение сигнала генератора устанавливают, измеряя амплитуду напряжения на резисторе U_R и вычисляют ток обмотки:

$$i=\frac{U_R}{\sqrt{2}R},$$

где R — сопротивление резистора. Кроме того, контролируют напряжение на обмотке. Если заметны отклонения формы от синусоидальной, скорее всего, магнитопровод вошёл в насыщение. На практике достаточно тока в несколько миллиампер. Измеряют амплитудные напряжения на резисторе и пробной обмотке и активное (омическое) сопротивление обмотки. Индуктивность вычисляют по формуле

$$L=\frac{r}{2\pi f}\sqrt{\frac{U_{ПО}^2\cdot R^2}{U_R^2\cdot r^2}-1},$$

где $U_{ПО}$ и U_R — амплитудное напряжение на пробной обмотке и резисторе; r и R — сопротивление пробной обмотки и резистора, f — частота. Если активное сопротивление пробной обмотки r много меньше сопротивления резистора R, индуктивность вычисляют по упрощённой формуле

$$L=\frac{R}{2\pi f}\cdot\frac{U_{ПО}}{U_R}.$$

Следует учитывать, что, строго говоря, магнитная проницаемость — параметр нелинейный, зависящий от многих параметров, в том числе от частоты переменного тока и напряжённости магнитного поля, создаваемой этим током. Для измерения индуктивности на магнитопровод необходимо намотать пробную обмотку, по которой пропускают переменный ток. Чтобы измерения были корректными, частота этого тока не должна превышать допустимой (для наиболее распространённых ферритов — от десятков килогерц до единиц мегагерц), а самое главное — чтобы магнитопровод не входил в насыщение. Этого достигают малым числом витков пробной обмотки и малым током.

Кроме того, следует помнить, что многие ферриты с большой начальной магнитной проницаемостью (несколько тысяч) как правило, — низкочастотные, предназначены для работы на частоте нескольких десятков килогерц. Начиная с частоты около ста килогерц, их магнитная проницаемость уменьшается. Принцип работы многих измерителей индуктивности основан на частотном методе. Катушка, индуктивность которой измеряют, и конденсатор, установ-

ленный в измерителе, образуют параллельный контур, на собственной частоте которого начинает работать генератор измерительного прибора. Поскольку число витков пробной обмотки невелико, а ёмкость конденсатора в измерителе не превышает единиц нанофарад, частота, на которой работает генератор, может быть от сотен килогерц до единиц мегагерц. Низкочастотные ферриты на этой частоте заметно "теряют" магнитную проницаемость. Это следует учитывать при измерениях индуктивности. Желательно контролировать и частоту работы внутреннего генератора измерителя индуктивности.

Кольцевые магнитопроводы

Наиболее просто вычислить магнитную проницаемость кольцевых магнитопроводов (**рис. 2**, **рис. 3**). Магнитопровод изолируют, например, липкой лентой или полоской тонкой полиэтиленовой плёнки, затем наматывают пробную обмотку, содержащую, скажем, десять витков. Изолировать липкой лентой можно не весь магнитопровод, а только ту часть, на которой будет расположена обмотка. Обмотку необходимо наматывать так, чтобы витки плотно, насколько это возможно, прилегали к поверхности магнитопровода. Затем следует измерить индуктивность получившейся катушки и геометрические размеры магнитопровода: наружный и внутренний диаметры, а также высоту кольца. Поскольку магнитопровод замкнут, а катушка содержит небольшое число витков и плотно прилегает к поверхности магнитопровода, можно предположить, что поток рассеяния весьма мал и им вполне можно пренебречь. Следовательно, можно считать, что весь магнитный поток сосредоточен в магнитопроводе. Исходя из этих предположений, магнитную проницаемость μ рассчитывают по формулам

$$\mu = \frac{L \cdot \ell_{cp}}{w^2 \cdot \mu_0 \cdot S},\quad \ell_{cp} = \frac{\pi \cdot (D + d)}{2},\quad S = \frac{h \cdot (D - d)}{2}, \qquad (1)$$

где L — индуктивность, ℓ_{cp} — средняя длина линии магнитного поля в магнитопроводе; w — число витков пробной обмотки; $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м — магнитная постоянная (магнитная проницаемость вакуума); S — площадь поперечного сечения магнитопровода; D — наружный диаметр кольцевого магнитопровода; d — внутренний диаметр кольцевого магнитопровода; h — высота магнитопровода.

Для проверки формулы (1) была определена магнитная проницаемость трёх кольцевых магнитопроводов. Результаты измерений и вычислений показаны в **табл. 1**.

Во всех случаях пробная обмотка содержала по десять витков (для простоты расчётов) провода ПЭЛ 0,14. Из табл. 1 видно, что совпадение рассчитанной и ближайшей выбранной стандартной магнитной проницаемости хорошее, погрешность — в пределах семи процентов. Нередко на кольцевых магнитопроводах уже намотана обмотка, а

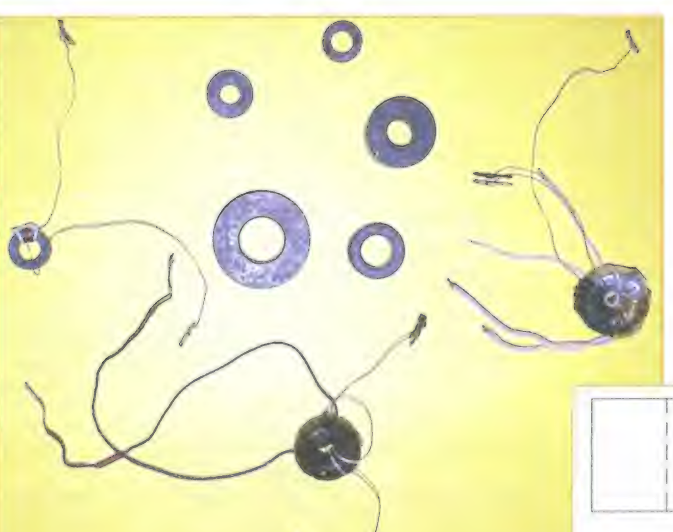


Рис. 2

может быть, даже и не одна. А число витков или неизвестно, или было где-то зафиксировано, но записи потерялись. В этом случае сначала рассчитывают магнитную проницаемость по приведённой выше методике, а затем измеряют индуктивность каждой из намотанных обмоток и вычисляют число витков по формуле, полученной из (1):

$$w = \sqrt{\frac{L \cdot \ell_{cp}}{\mu \cdot \mu_0 \cdot S}}. \qquad (2)$$

На кольцевом магнитопроводе К10×6×4,5 была ранее намотана одна обмотка. Её измеренная индуктивность — 1056 мкГн. Расчётное число витков по формуле (2) — 40. На магнитопроводе типоразмера К10×6×5 были намотаны две обмотки: измеренная индуктивность одной — 1848 мкГн, другой — 1818 мкГн. Соответственно рассчитанно по формуле (2) число витков первой обмотки — 59, второй — 58.

На страницах журнала "Радио", в другой радиолюбительской литературе, в Интернете были опубликованы методики и программы для расчёта индуктивности дросселей на кольцевых магнитопроводах, например [1—4]. В принципе, можно воспользоваться ими. Для этого точно так же необходимо на магнитопровод намотать пробную обмотку и измерить индуктивность получившегося дросселя. Затем в любой программе для вычисления индуктивности задают различные значения магнитной проницаемости, добиваясь совпадения измеренной и рассчитанной индуктивностей. Обычно требуются три-четыре итерации.

П-образные магнитопроводы без зазора и с зазором

Аналогично, как и в кольцевых магнитопроводах, можно определить магнитную проницаемость и в П-образных магнитопроводах без зазора (**рис. 4**, **рис. 5**). Чаще всего у таких изделий ширина (d) и толщина (c) одинаковы по всей длине магнитопровода. В этом случае так же наматывают пробную обмотку, причём место намотки не имеет значения, измеряют индуктивность получившегося из двух П-образных одинаковых магнитопроводов дросселя и по формуле (1), в которую подставляют

$$\ell_{cp} = 2(a - d) + 2(b - d),\ S = d \cdot c,$$

рассчитывают магнитную проницаемость. По формуле (2) можно рассчитать число витков уже намотанной на магнитопровод обмотки, предварительно измерив её индуктивность.

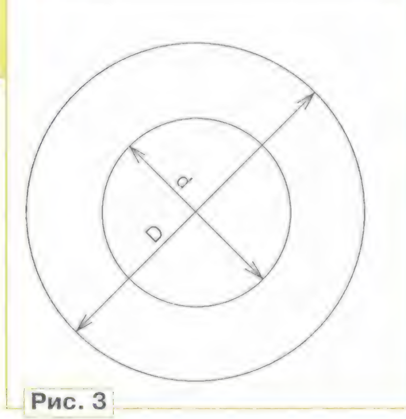


Рис. 3

Таблица 1

Типоразмер	Измеренная индуктивность, мкГн	Магнитная проницаемость (рассчитанная)	Магнитная проницаемость (выбранная)	Погрешность, %
К7×4×1,5	31,3	1913	2000	4,4
К10×6×4,5	63,7	1416	1500	5,6
К10×6×5	53,4	1068	1000	6,8



Рис. 4

Аналогично поступают в случае П-образного магнитопровода при наличии зазоров. Точно так же в любом месте наматывают пробную обмотку, измеряют её индуктивность. Магнитную проницаемость рассчитывают по формуле

$$\mu = \frac{L \cdot \ell_{ср}}{w^2 \cdot \mu_0 \cdot S - 2L \cdot \delta},$$

которая отличается от выражения (1) наличием в знаменателе вычитаемого, зависящего от зазора δ.

Так же, как и в случае кольцевого магнитопровода, при наличии обмотки можно вычислить число витков, измерив её индуктивность, по формуле

$$w = \sqrt{\frac{L \cdot (\ell_{ср} + 2\mu \cdot \delta)}{\mu \cdot \mu_0 \cdot S}},$$

отличающейся от (2) наличием в числителе слагаемого, зависящего от зазора δ.

Для проверки приведённых формул были рассчитаны магнитные проницаемости двух видов П-образных магнитопроводов. Результаты измерений и вычислений приведены в **табл. 2**.

Таблица 2

№	Размеры магнитопровода, мм	Индуктивность пробной обмотки, мкГн	Магнитная проницаемость (рассчитанная)
1	a = 10, b = 14, d = 2,5, c = 2,5	99	4600
2	a = 10, b = 16, d = 2, c = 4	26500	11600

Рис. 5

Ш-образные магнитопроводы без зазора и с зазором

Наиболее часто в импульсных источниках питания встречаются трансформаторы и дроссели на Ш-образных магнитопроводах (**рис. 6**, **рис. 7**), следовательно, вероятность появления необходимости определить их магнитную проницаемость выше. Поэтому рассмотрим вопросы вычисления магнитной проницаемости подобных магнитопроводов подробнее. Эти магнитопроводы могут быть без немагнитного (воздушного) зазора, могут иметь зазор только в среднем (центральном) керне или во всех трёх кернах.

Если в магнитопроводе отсутствуют зазоры и на нём не намотана обмотка, для определения магнитной проницаемости на центральный керн наматывают пробную обмотку и измеряют её индуктивность. Подобные магнитопроводы состоят из двух, чаще всего, одинаковых частей, априори предполагается, что магнитная проницаемость всех частей одинакова, а площадь сечения среднего керна вдвое больше площади сечения боковых. Из этих предположений магнитную проницаемость рассчитывают по формуле

$$\mu = \frac{L \cdot Q}{2T},\ Q = a + 2b - 3d,\ T = w^2 \cdot \mu_0 \cdot d \cdot c,$$

где c и d — ширина и толщина бокового керна магнитопровода.

Нередко возникает необходимость в определении магнитной проницаемости Ш-образного магнитопровода в случае, когда обмотка уже намотана, возможно, даже не одна, и эта обмотка (или обмотки) занимает всё (или почти всё) окно магнитопровода. В подобных случаях наматывать пробную обмотку вокруг центрального керна поверх имеющейся обмотки не имеет никакого смысла, поскольку магнитный поток от пробной обмотки станет проходить в основном через боковые керны и замыкаться через области окна, занятые обмоткой. Корректно рассчитать магнитную проницаемость в этом случае весьма проблематично, а погрешность её вычисления может оказаться очень большой. Другими словами, достоверность расчёта будет весьма низкой. Что же делать?

В такой ситуации обычно обмотка занимает не всё окно, остаётся небольшой зазор между поверхностью обмотки и боковым керном. В удобном месте на боковой керн наматывают пробную обмотку и измеряют её индуктивность. Магнитную проницаемость рассчитывают по формулам

$$\mu = \frac{L \cdot P \cdot Y}{T \cdot S},\ P = a + b - 2d;$$

$$Y = 2a + 4b - 6d,\ N = 2a + 3b - 5d.$$

Для определения числа витков обмоток, намотанных на центральном керне, измеряют их индуктивность, а затем вычисляют число витков по формуле

$$w = \sqrt{\frac{L \cdot Q}{2\mu \cdot \mu_0 \cdot d \cdot c}},$$

подставляя сюда рассчитанное значение магнитной проницаемости.

Однако чаще всего Ш-образные магнитопроводы собирают с зазором, и чаще всего зазор находится на центральном керне. Этот зазор, как правило, скрыт обмоткой. Можно положиться на волю случая, а можно разобрать магнитопровод и удостовериться в наличии или отсутствии зазора.

Рис. 6

Если зазор есть в центральном керне, а обмотки на магнитопроводе отсутствуют, наматывают пробную обмотку на любой части центрального керна и измеряют её индуктивность. Если зазор удалось изме-

Рис. 7

рить, например щупом, магнитную проницаемость рассчитывают по формуле

$$\mu = \frac{L \cdot Q}{2T - L \cdot \delta}.$$

Здесь, кроме магнитной проницаемости, появилась ещё одна неизвестная величина — немагнитный зазор. Если же зазор измерить нечем, можно пойти по другому пути. Неизвестные параметры должны удовлетворять неравенствам

$$\mu > \frac{L \cdot Q}{2T}, \qquad (3)$$

$$\delta < \frac{2T}{L}. \qquad (4)$$

Задают значение магнитной проницаемости из числа стандартных, удовлетворяющее неравенству (3), и вычисляют зазор

$$\delta = \frac{2\mu \cdot T - L \cdot Q}{\mu \cdot L},$$

который также должен удовлетворять неравенству (4). Обычно бывает достаточно двух-трёх расчётов, чтобы сделать вывод о том, какие значения магнитной проницаемости и немагнитного зазора подходят.

Если на Ш-образном магнитопроводе намотана обмотка, и магнитопровод не планируется разбирать, поскольку необходимо определить параметры этого дросселя или трансформатора, визуально проверяют, есть ли зазоры в боковых кернах. Если такие зазоры отсутствуют, предполагают, что зазор есть в центральном керне. На боковой керн в любом месте, где есть небольшой промежуток между поверхностью существующей обмотки и боковым керном, наматывают пробную обмотку и измеряют её индуктивность. Магнитная проницаемость в этом случае должна удовлетворять неравенствам

$$\frac{2L \cdot P \cdot Q}{T \cdot N} < \mu < \frac{2L \cdot P}{T}.$$

Сначала вычисляют границы неравенства, затем внутри этих границ выбирают стандартное значение магнитной проницаемости и, подставляя в уравнение, рассчитывают зазор

$$\delta = \frac{2L \cdot P^2}{\mu \cdot (2L \cdot P - T \cdot \mu)} - \frac{N}{\mu}.$$

Как показывает практика, обычно требуются два-три вычисления. Из полученных результатов выбирают приемлемое значение зазора и соответствующей ему магнитной проницаемости.

По приведённым выше формулам были рассчитаны параметры двух трансформаторов. Результаты расчётов сведены в **табл. 3**.

Вычисления показывают, что выбирать магнитную проницаемость стоит ближе к верхней границе неравенства.

Из табл. 3 видно, что при малых значениях магнитной проницаемости зазор слишком мал, чтобы его физически можно было реализовать. Поэтому, скорее всего, в первом трансформаторе магнитная проницаемость материала магнитопровода — 2500, зазор в центральном керне — 0,06 мм, во втором — соответственно 2000 и 0,05 мм.

Конечно, возможно, что в этих трансформаторах зазор отсутствует. В таком случае во втором трансформаторе магнитная проницаемость материала магнитопровода — 1500, а зазор, равный 0,004 мм, можно отнести к погрешности измерения и вычисления.

Далее, если необходимо определить число витков обмотки или обмоток трансформатора, параметры магнитопровода которого (магнитная проницаемость и зазор) уже рассчитаны вышеприведённым способом, измеряют индуктивность обмотки или обмоток и вычисляют число витков:

$$w = \sqrt{\frac{L \cdot (\mu \cdot \delta + Q)}{2\mu \cdot \mu_0 \cdot d \cdot c}}. \qquad (5)$$

В первом трансформаторе, оказавшемся дросселем, была намотана одна обмотка, её измеренная индуктивность — 3,32 мГн. Рассчитанное по (5) число витков — 67. Во втором трансформаторе оказалось две обмотки. Индуктивность одной — 106,2 мкГн, второй — 4,26 мГн. Число витков — 17 и 52 соответственно.

Следует помнить, что вышеприведённые формулы дают приближённый результат. Кроме того, при изготовлении магнитных материалов их проницаемость может иметь заметные отклонения от номинала.

Таблица 3

№	Размеры магнитопровода, мм	Индуктивность пробной обмотки, мкГн	Границы неравенства	Варианты магнитной проницаемости и зазора, мм
1	a = 13, b = 12, d = 1, c = 6,5	49,9	2812; 1677	2000; 0,011 2500; 0,06
2	a = 16, b = 14, d = 2, c = 5	57,3	2372; 1409	1500; 0,004 2000; 0,05

ЛИТЕРАТУРА

1. **Малинин Р.** Расчёт индуктивностей на кольцевых магнитопроводах. — Радио, 1980, № 7, с. 45.

2. Расчёт индуктивности катушки. — URL: **http://radio-stv.ru/radio_tehnologii/izuchenie-radio-programm/raschet-induktivnosti-katushki** (12.04.19).

3. Расчёт катушки на ферритовом кольце. — URL: **http://coil32.ru/calc/ferrite-core.html** (12.04.19).

4. **Илитич Ю.** Расчёт магнитной проницаемости магнитопроводов. — Радио, 2011, № 4, с. 30—32.

Доработка осцилографа С1-101

Автор в статье [1] уже делился с читателями опытом ремонта малогабаритного осциллографа С1-101. На этот раз речь пойдёт о доработке его генератора развёртки.

С. ГЛИБИН, г. Москва

В осциллографах С1-101, как известно, отсутствует принудительный перевод генератора развёртки в ждущий режим. Вместо механического переключателя, размещаемого на передней панели, как, например, в ещё популярном осциллографе С1-94, применён электронный узел. Он автоматически переключает автоколебательный режим работы генератора в ждущий и обратно в зависимости от наличия синхросигнала в блоке развёртки. Например, на экране ЭЛТ при отсутствии входного сигнала или измерении постоянного напряжения будет видна прямая линия, поскольку электронный узел перевёл генератор развёртки в автоколебательный режим. Несомненно, это создаёт определённое удобство для пользователей, но одновременно лишает возможности получения неподвижного и стабильного изображения на экране ЭЛТ сигналов низких частот, начиная с некоторого порогового значения частоты и ниже. Согласно Техническому описанию и инструкции по эксплуатации 1987 г. [2] осциллографа С-101, доступным для скачивания в Интернете, нижняя частота исследуемых входных сигналов, синхронизирующих развёртку, ограничена значением 20 Гц (реально 10...15 Гц). Ниже этого значения их автоматическая синхронизация невозможна. Подобный недостаток присутствует и в некоторых других моделях осциллографов, имеющих электронный узел переключения режимов синхронизации. Можно ли его устранить? Обратимся к схеме осциллографа С1-101. Аналогично предыдущей статье [1], позиционные обозначения блоков и электронных компонентов будут даны в соответствии с [2].

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

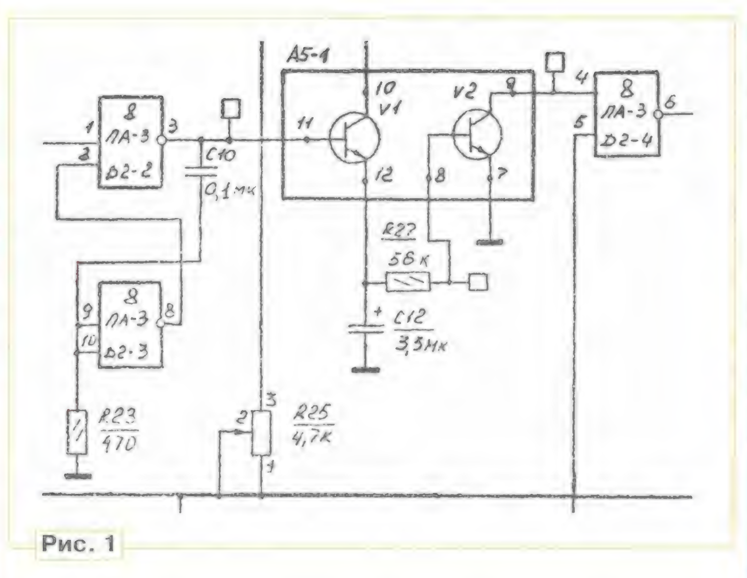


Рис. 1

Фрагмент оригинальной схемы узла переключения автоколебательного и ждущего режимов в блоке А3 ("Генератор развёртки и преобразователь. Схема электрическая принципиальная И23 263 035 Э3 лист 1" [2]) показан на **рис. 1**. Упомянутый узел собран на логических элементах D2.2—D2.4 (2И-НЕ) микросхемы D2 133ЛА3 и транзисторах V1, V2 (поз. А5-1), входящих в состав микросхемы А5 (198НТ3). Элементы D2.2, D2.3, C10, R23 образуют одновибратор. При поступлении каждого спада синхроимпульса на вход (вывод 1 D2.2) одновибратор формирует на выходе (вывод 3) импульс длительностью, заданной цепью R23C10. Импульс поступает на амплитудный детектор, выполненный на транзисторе V1, конденсатор C12 заряжается и открывается транзистор V2, устанавливая на входе элемента D2.4 (вывод 4) уровень лог. 0. Генератор развёртки переключается и удерживается в ждущем режиме. При отсутствии синхроимпульсов или длительности их периода повторения более 50...100 мс конденсатор C12 успевает разрядиться через резистор R27 и эмиттерный переход транзистора V2. Последний после разрядки конденсатора закрывается, и генератор развёртки переходит в автоколебательный режим. Очевидно, что при таком алгоритме работы электронного переключателя добиться неподвижного изображения на экране ЭЛТ в автоколебательном режиме невозможно. Выход простой — автономно подать на вход элемента D2.4 уровень лог. 0.

Схема доработки узла формирования с принудительным переключением режимов приведена на **рис. 2**. Установлен всего один дополнительный элемент — переключатель SA1, выделенный на рис. 2 красным цветом. Запуск развёртки при замкнутых контактах SA1 начнётся только с появлением синхроимпульса, но уже без ограничения его периода повторения по длительности (или частоты). При разомкнутых контактах SA1 развёртка работает в прежнем штатном режиме.

Если необходимости в получении неподвижного изображения сигналов с частотой менее 1 Гц нет, например, в практике пользователя достаточно наблюдения сигналов максимум до секундной длительности (электронные часы), дополнительный переключатель можно не устанавливать. В этом случае следует только увеличить сопротивление резистора R27 в десять раз (до 560...620 кОм) и вместо транзистора V2

Рис. 3

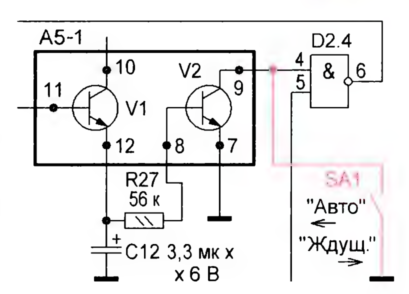


Рис. 2

установить другой с коэффициентом передачи тока $h_{21э}$ не менее 1000. Подойдут, например, транзисторы 2SC3576, 2SC4204 и 2SD2144S.

Конструктивно дополнительный переключатель удобно разместить на правой боковой панели прибора, на которую выведены гнёзда внешней синхронизации, калибратора амплитуды и длительности, а также контрольный выход ГПН. На фото **рис. 3** показан монтаж переключателя. Применён малогабаритный движковый переключатель ПД9-1. В пластмассовом держателе гнёзд под него сделан вырез и удалён средний крепёжный винт с гайкой М3, мешающий установке. Также для движка переключателя надфилем сделан по месту небольшой вырез в нижней полукрышке корпуса.

В осциллографе, выпущенном в 1982 г., был обнаружен дефект, заложенный, по мнению автора статьи, ещё на этапе разработки принципиальной схемы упомянутого выше блока А3 (генератор развёртки). Как видно из общей схемы И22 44 091 Э3 [2], верхний по схеме вывод (вывод 1) переменного резистора R5 сдвига луча по горизонтали соединён с контактной площадкой 15 в блоке А3. На схеме этого блока в [2] контакт 15 соединён с резистором R45, нижний вывод которого соединён с линией питания

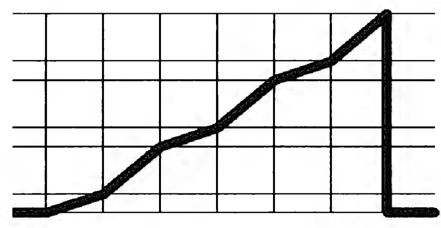


Рис. 4

+6,3 В. А вот на плате генератора развёртки выпуска 1982 г. печатный проводник от контакта 15 идёт в точку соединения конденсатора C2 с резистором R5. Этот конденсатор дополнительно подавляет ВЧ-наводки. Казалось бы, всё нормально. Однако при наблюдении на экране импульсных сигналов с частотой повторения менее 500 Гц было замечено увеличение их скважности. Сжатие импульса и растяжение паузы особенно наглядно про-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

являлись на сигналах формы меандр.

Причина крылась в следующем. Входной сигнал для синхронизации развёртки поступает в блок А3 из УВО через конденсатор С1 на базу транзистора V2 (поз. А1-1) микросхемы А1 (198НТ1Б). С уменьшением частоты входного сигнала из-за малой ёмкости конденсатора С2 транзистор начинает работать не как эмиттерный повторитель, а как включённый по схеме с ОЭ, и на его коллекторной нагрузке — резисторе R5 — выделяется инвертированное входное напряжение. Через вывод 1 переменного резистора R5 сдвига луча по горизонтали, подключённого к коллектору V2, далее через средний вывод 2 и резистор R50 часть этого напряжения поступает на базу и повторяется на эмиттере транзистора поз. А4-3 микросхемы А4 (198НТ3) и базе транзистора V5 (2Т602Б) блока. Происходит паразитная модуляция входным сигналом пилообразного напряжения на вертикально отклоняющих пластинах ЭЛТ. На **рис. 4** показана его искажённая форма. При действии импульса сигнала крутизна наклона "пилы" уменьшена, а при паузе — увеличена. Это и приводит к указанному выше визуальному дефекту в отображении входного сигнала. Конечно, с ростом частоты входного сигнала указанный дефект становится незаметным благодаря влиянию интегрирующей цепи, составленной из указанных выше резисторов и конденсатора С18, подключённого к базе транзистора поз. А4-3 микросхемы А4 (198НТ3).

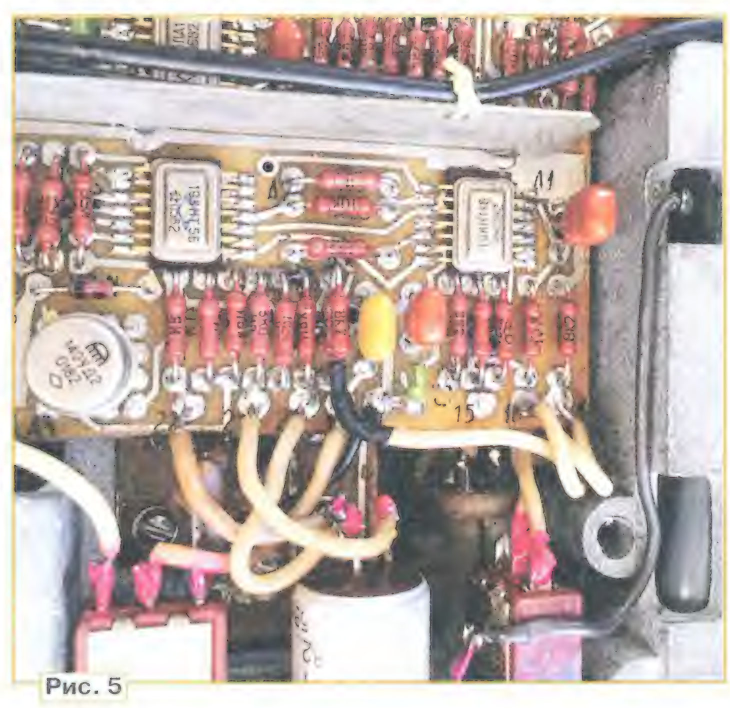


Рис. 5

Как уже отмечено, на схеме и плате блока А3 1987 г. в [2] эта ошибка исправлена. Но если ваш осциллограф обладает таким дефектом, его легко устранить. Необходимо отпаять вывод 1 переменного резистора от контакта 15 в блоке А3 и соединить его пайкой через дополнительный резистор сопротивлением 7,5...10 кОм с правым по схеме выводом резистора R5 1 кОм. На фото **рис. 5** показано, как это сделать. Дополнительный резистор устанавливают над резистором R5, который на фото расположен слева от конденсатора С1 жёлтого цвета. Ёмкость этого конденсатора увеличена до 1,5 мкФ, что расширило полосу пропускания усилителя синхронизации в области низких частот.

В заключение следует отметить, что в блоке А3 выпуска 1982 г. транзистора V10 КТ326Б не было, а был использован транзистор поз. А5 микросхемы А5 (198НТ3) и резистор R47 номиналом 270 кОм.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Глибин С.** Ремонт осциллографа С1-101. — Радио, 2017, № 4, с. 28.

2. Техническое описание на осциллограф С1-101. — URL: **https://www.qrz.ru/ schemes/detail/2573.html** (10.03.20).

Низковольтный источник питания на LM3409 для светодиодной лампы

В. ЛАЗАРЕВ, г. Вязьма Смоленской обл.

Автор предлагает вариант источника питания на специализированной микросхеме для низковольтной светодиодной лампы.

Практически любой искусственный источник света в наши дни — светодиодный. А для питания любого светодиодного прибора требуется источник его питания (LED-драйвер) или, другими словами, — стабилизатор постоянного тока, т. е. источник питания со стабилизацией тока. Существует огромное число различных вариантов реализации LED-драйверов, отличающихся друг от друга по сложности, мощности, принципу работы (повышающие, понижающие, обратноходовые и т. д.), функционалу (с регулировкой и без неё, управляемые и неуправляемые). Наряду с преобразователями переменного напряжения (обычно сетевого) в постоянное (AC/DC LED-драйверы), часто бывают востребованы и низковольтные преобразователи постоянного напряжения в постоянное (DC/DC LED-драйверы). Вариант конструкции подобного преобразователя и описывается в этой статье.

Схема устройства приведена на **рис. 1**. По принципу действия — это классический импульсный понижающий преобразователь постоянного напряжения в постоянное. Собран он на основе популярной, надёжной и проверенной временем микросхеме LM3409 (LM3409, -Q1, LM3409HV, -Q1 P-FET Buck Controller for High-Power LED Drivers. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3409.pdf** (27.02.20)). Одно из немаловажных достоинств этой микросхемы — её техническая документация, содержащая, помимо описания работы и подробного расчёта элементов обвязки, большое число уже готовых схемных вариантов с рассчитанными номиналами на разные выходные токи и напряжения. Схема описываемого LED-драйвера также, практически без изменений, взята из этого документа.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

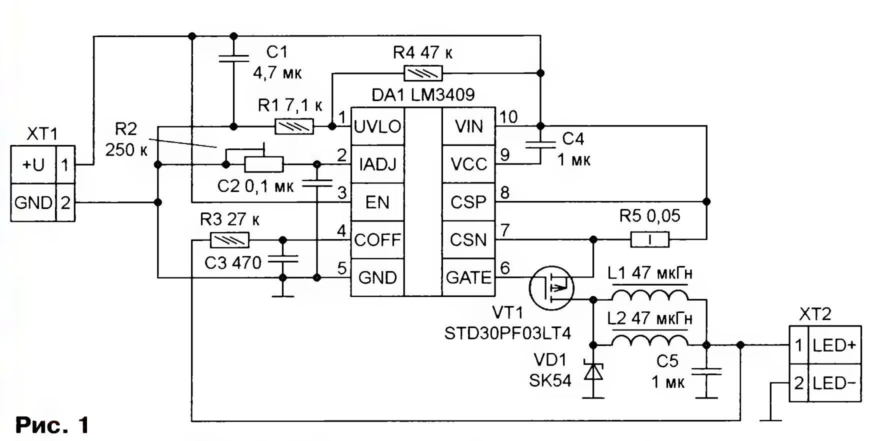


Рис. 1

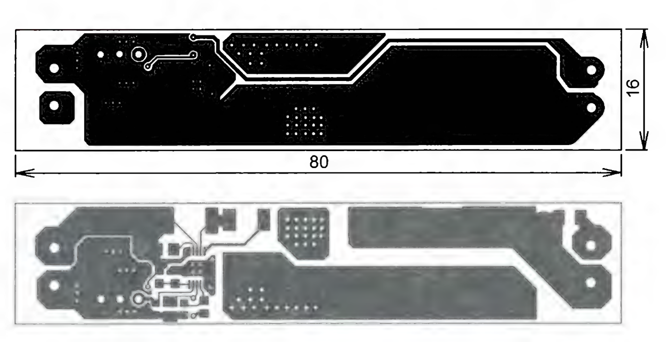


Рис. 2

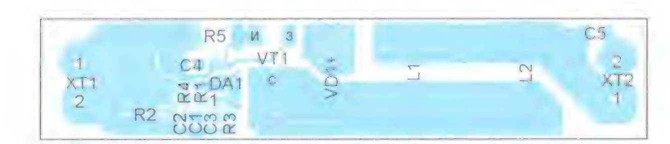


Рис. 3

исполнении для поверхностного монтажа (за исключением подстроечного резистора R2), которые расположены на одной (условно — верхней) стороне. Керамические конденсаторы C2, C3 — типоразмера 0603, C4 — типоразмера 0805, C1, C5 — 1206. Конденсаторы C1, C3, C5 должны быть рассчитаны на номинальное напряжение 50 В, C2 и C4 — на 16 В. Транзистор STD30PF03LT4 (VT1) можно заменить на аналогичный по параметрам в корпусе D-PAK. Диод Шоттки SK54 заменим на MBRS540T3G или аналогичный в корпусе SMC/DO-214AB, рассчитанный на прямой ток 5 А и обратное напряжение не менее 35...40 В. Подстроечный резистор — 3266W-1-254LF или аналогичный, его сопротивление может быть в пределах 220—330 кОм.

Одним из основных ограничивающих параметров при разработке этого LED-драйвера были его габариты, а точнее, высота — не более 10 мм (с учётом толщины печатной платы). Поскольку самый высокий элемент конструкции — дроссель, то он и определял высоту всего устройства. Расчётное значение индуктивности получилось 18...20 мкГн, а ток, при котором дроссель не входит в насыщение, — не менее 4,5 А. Из стандартных промышленных дросселей, удовлетворяющих этим параметрам, ничего подобрать не удалось. Поэтому самым удачным решением оказалось включить параллельно две стандартные катушки индуктивности B82477G4473M (47 мкГн, 2,5 А, габариты — 12,8×12,8×8 мм). Если же подключить параллельно три такие катушки, то максимальный ток нагрузки увеличится до 4,5 А. Если же требуется ещё меньшая высота конструкции, то можно применить катушки SCDS125T-470M-N (1,8 А, габариты — 12,5×12,5×6 мм), включив их так же, две



Рис. 4

Основные технические параметры

Входное постоянное напряжение, В ....12...26
Ток нагрузки, А ....0,2...3,5
Нестабильность выходного тока при изменении входного напряжения в пределах 12...26 В во всём интервале регулировки, % 3,5

В качестве нагрузки использовалось несколько параллельных цепей из трёх последовательно включённых светодиодов белого свечения.

Источник питания собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита размерами 80×16 мм. Чертёж печатной платы показан на **рис. 2**, а расположение элементов — на **рис. 3**. В устройстве применены элементы в

параллельно. Однако при этом максимальный ток, который удастся получить в этом случае, уменьшится до 2,5 А.

Фотография варианта собранного устройства показана на **рис. 4**. Правильно собранное устройство в налаживании не нуждается и начинает работать сразу, необходимо лишь подстроечным резистором установить требуемый ток нагрузки.

Система сбора данных на базе модулей FX2LP и DDS-генератора

Т. АНГЕЛОВ, г. Людвигсбург, Германия

Цель этой разработки состояла в том, чтобы построить максимально простое и недорогое устройство, позволяющее оцифровывать сигналы с частотами от постоянного тока до 2,5 МГц и накапливать миллионы их отсчётов. Оно дополнено генератором сигналов синусоидальной, треугольной и прямоугольной формы частотой от 5 Гц до примерно 2 МГц с программно регулируемой постоянной составляющей.

Поскольку у меня уже имелся готовый модуль FX2LP (на основе микросхемы CY7C68013A), оставалось в дополнение к нему разработать печатную плату, объединяющую тактовый генератор, 12-разрядный АЦП, аналоговый усилитель и генератор DDS с выходным драйвером. Её упрощённая структурная схема представлена на **рис. 1**. Всё остальное было реализовано программно.

Основные технические характеристики

Хранение практически неограниченного числа отсчётов входного сигнала;
Допустимые интервалы мгновенных значений входного сигнала, В . . . .±0,1, ±1 и ±5
Максимальная частота входного сигнала, МГц 2,5
Возможные значения частоты дискретизации, МГц 1, 3, 5,33, 16
Открытый и закрытый вход;
DDS-генератор сигналов на основе готового модуля с микросхемой AD9833;
Диапазон генерируемых частот . . . . .5 Гц...2 МГц
Форма генерируемого сигнала . . . . .синусоидальная, треугольная, прямоугольная
Амплитуду генерируемого сигнала устанавливают вручную с помощью переменного резистора;
USB-интерфейс с компьютером реализован с помощью модуля FX2LP;
Питание от разъёма USB (+5 В, 200 мА).

В демонстрационных целях в среде LabVIEW разработана программа для компьютера, имеющая четыре режима работы:

— анализатор спектра с возможностью сохранения текущего анализируемого сигнала в файл;

— осциллограф;

— измеритель амплитудно-частотных характеристик (АЧХ);

— режим калибровки, предназначенный для приведения масштаба отображения исследуемого сигнала в соответствие со значениями физической величины, которую он отображает.

Связь с компьютером организована с помощью покупной платы FX2LP — высокоскоростного периферийного контроллера USB на микросхеме CY7C68013A (**рис. 2**), способного работать в режиме high speed согласно спецификации USB 2.0 со скоростью до 480 Мбит/с. Фактическая скорость непрерывной передачи данных — 35 Мбит/с. Встроенное в эту микросхему процессорное ядро, совместимое с 8051, имеет оперативную память (ОЗУ) объёмом 16 Кбайт. Есть 8/16-разрядный буфер ввода-вывода (FIFO) с линиями квитирования. В модуле имеются выведенные на разъёмы свободные цифровые линии ввода/вывода и дополнительная микросхема энергонезависимой памяти (EEPROM) объёмом 64 Кбайт. Упрощённая блок-схема микросхемы CY7C68013A изображена на **рис. 3**. На ней не показан предназначенный для питания логических узлов и внешних устройств стабилизатор напряжения 3,3 В с низким допустимым падением напряжения вход-выход.

Для доступа ко всем линиям данных, управления и синхронизации имеются специальные разъёмы, что позволяет напрямую взаимодействовать с АЦП и ЦАП, жёсткими дисками и другими высокоскоростными устройствами.

Принципиальная схема объединительной платы изображена на **рис. 4**. Её узел питания реализован с помощью преобразователя однополярного входного напряжения постоянного тока в двухполярное выходное NMK0505SC (U1). Он обеспечивает хорошую развязку между входными и выходными цепями. Общие провода этих цепей должны соединяться на печатной плате только в одном месте как можно дальше от слабосигнальных аналоговых цепей.

По умолчанию тактовая частота микросхемы CY7C68013A в модуле FX2LP равна 48 МГц, но программно реализовано включение внешнего тактового входа IFCLK, на который подан сигнал уменьшенной до 16 МГц частоты от тактового генератора, построенного на

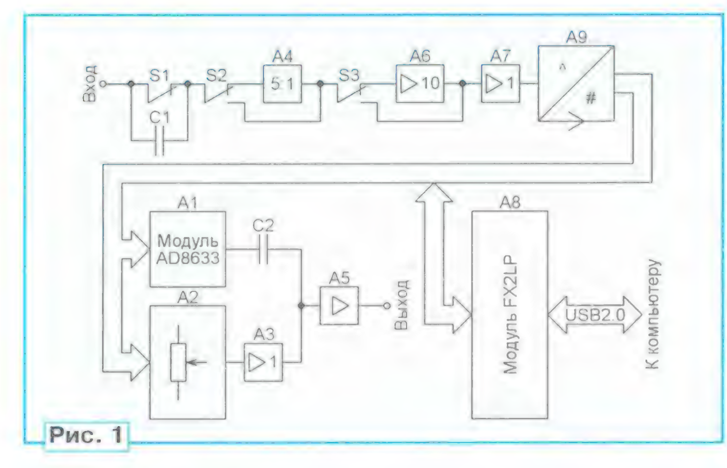


Рис. 1



Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

логических элементах DD1.1 и DD1.2. Его частота стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1.

Микросхема DA6 ADS805E — 12-разрядный АЦП, параллельный выход которого соединён с линиями портов PB и PD микросхемы CY7C68013A. При соединённых выводах 18 (SEL) и 19 (VREF) допустимый размах входного сигнала АЦП равен 2 В. Вывод 14 (CLK) АЦП (вход импульсов, запускающих преобразование) соединён с выходом CTL0 платы FX2LP. Одну из четырёх возможных значений частоты их следования (частоту квантования) выбирают изменением двух параметров: логического уровня на входе PA0 (для этого он соединён с RDY0) и тактовой частоты микросхемы CY7C68013A (48 МГц или 16 МГц).

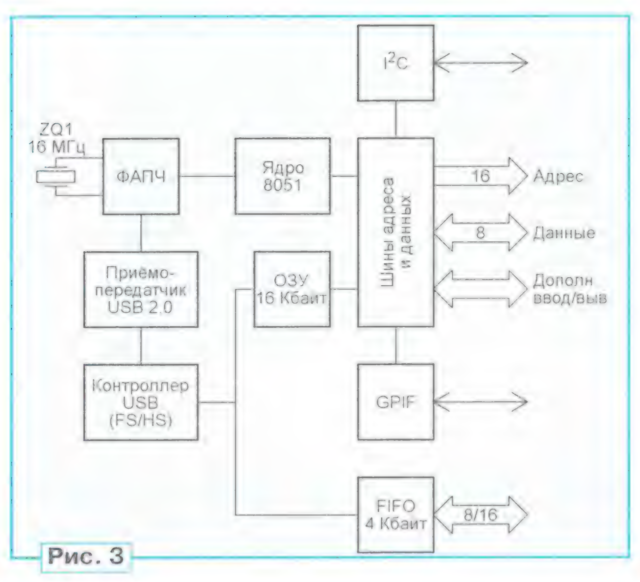


Рис. 3

Для установки модуля FX2LP на объединительной плате предусмотрены два разъёма — XS3 и XS4. Напряжение 5 В для питания объединительной платы подают на разъём XP1 двумя проводами с двухконтактным гнездовым разъёмом. Свободные концы этих проводов припаяны к выводам конденсатора C16 на плате модуля FX2LP. При этом нужно позаботиться о правильной полярности подаваемого напряжения.

Все блокировочные конденсаторы должны быть расположены на печатной плате как можно ближе к соответствующим выводам микросхем, чтобы обеспечить как можно меньшую паразитную индуктивность и повысить помехоустойчивость.

Рис. 4

Аналоговый вход прибора может быть открытым или закрытым в зависимости от состояния реле К1. Входной сигнал проходит через входной частотно-компенсированный делитель напряжения (аттенюатор) с коэффициентом деления 5:1 или 1:1, переключаемым с помощью реле К2. Ёмкости конденсаторов С6, С7 и С10 подобраны такими, при которых искажения аттенюатором прямоугольного входного сигнала минимальны. После аттенюатора сигнал поступает на усилитель на ОУ DA2 с большим входным сопротивлением и переключаемым с помощью реле К3 коэффициентом усиления (10 или 1). Тип реле К1—К3 — G5V-1-DC5.

Далее сигнал проходит через быстродействующий усилитель на ОУ DA4, который инвертирует сигнал, а также добавляет к нему сформированное ОУ DA3.2 постоянное смещение, необходимое для правильной работы АЦП. Этот усилитель нечувствителен к помехам по цепям питания, а также к пульсациям питающего напряжения.

Канал DDS базируется на готовом покупном модуле (**рис. 5**). На его плате необходимо заменить угловую пятиконтактную штыревую колодку на прямую. На объединительной плате она будет вставлена в разъём XS2. Разъёмы SMA следует удалить, а на место того из них, что обозначен "VOUT", установить трёхконтактную угловую штыревую колодку, которая состыкуется с разъёмом XS1.

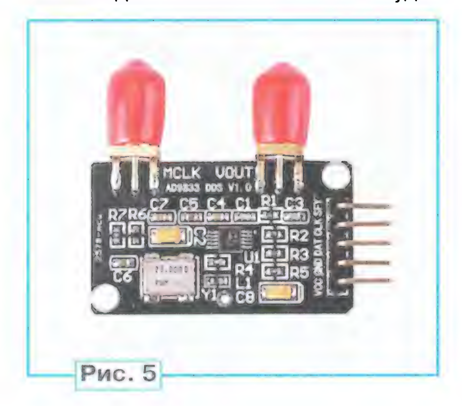
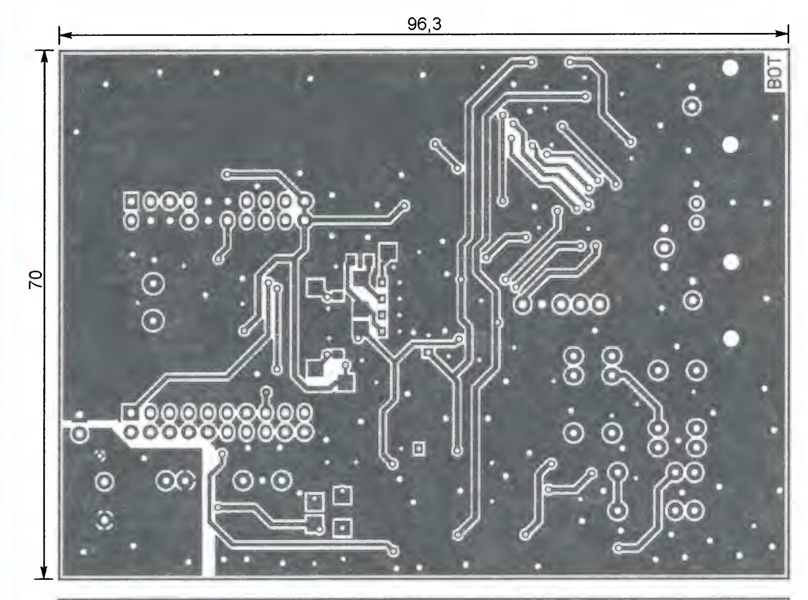


Рис. 5

Цифровым переменным резистором DA1 AD5160 управляют по интерфейсу SPI, для организации которого использованы следующие линии модуля FX2LP: CS — PA4, CLK — PA6, MOSI — PA7. По командам микроконтроллера модуля FX2LP цифровой переменный резистор устанавливает необходимое постоянное смещение выходного сигнала канала DDS. Напряжение смещения, пройдя через буферный усилитель на ОУ DA3.1, суммируется в ОУ DA5 с переменным выходным напряжением модуля DDS, амплитуду которого регулируют подстроечным резистором R19. Выходное сопротивление канала DDS 50 Ом обеспечивает резистор R36.

Чертёж печатных проводников объединительной платы показан на **рис. 6**, а её монтажная схема — на **рис. 7**.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



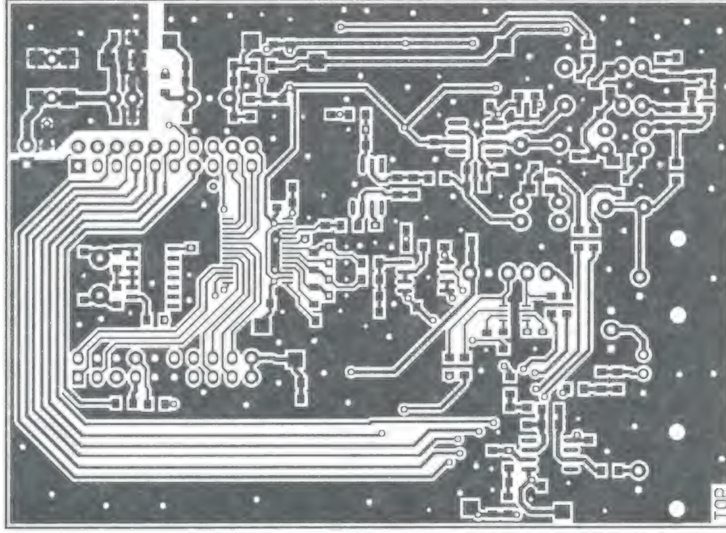


Рис. 6

Загрузка программы в модуль FX2LP. Если никаких изменений в программу микроконтроллера этого модуля вносить не предполагается, то готовые скомпилированные файлы CYStream.hex (для загрузки в ОЗУ) и CYStream.iic (для загрузки в EEPROM) можно взять в интернет-приложении к этой статье. Там же имеется утилита "USB Control Center", окно которой показано на **рис. 8**, и необходимые драйверы. Если же требуется внести в программу изменения, необходимо сначала установить на компьютере программные средства [1—3] и прочитать документ [4]. Более подробные сведения можно найти в [5].

Перед началом загрузки в компьютере должен быть установлен поставляемый фирмой Cypress драйвер для связи с модулем FX2LP по USB. Возможны два варианта загрузки. Первый — из файла *.hex в оперативную память (информация в ней сохраняется временно, пока не будет отключено питание модуля). Второй — загрузка из файла *.iic в энергонезависимую память (EEPROM). Во время разработки программы рекомендуется всегда сначала использовать первый вариант и переходить ко второму, лишь убедившись в полном отсутствии ошибок.

После загрузки прошивки может возникнуть необходимость повторно установить драйвер в компьютере, чтобы иметь возможность видеть устройство FX2LP в "Диспетчере устройств" Windows.

Может случиться так, что в результате программной ошибки или сбоя при загрузке связь по USB между модулем FX2LP и компьютером будет нарушена, не восстанавливаясь при их повторном соединении и даже перезагрузке драйвера. Чтобы восстановить её, требуется аппаратное вмешательство в этот модуль. Поможет, например, замена установленной в нём микросхемы EEPROM на "чистую". Но устранить проблему можно и без такой замены.

Идея состоит в том, чтобы запретить модулю FX2LP читать свою EEPROM при включении питания. Я безуспешно пытался соединять для этого выводы SDA или SCL микросхемы EEPROM с общим проводом или плюсом источника питания. Помогло лишь полное отключение вывода 5 (SDA) от печатного проводника. Оно приводит к тому, что компьютер воспринимает модуль FX2LP как несконфигурированное устройство. Предлагаемая процедура разблокировки выглядит следующим образом:

— отключите от модуля FX2LP USB-кабель;

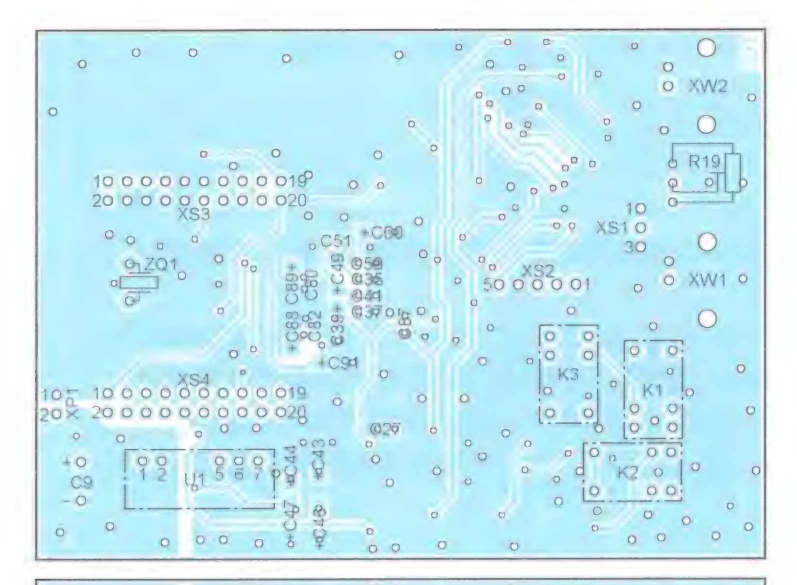
— отсоедините от печатного проводника платы вывод 5 (SDA) микросхемы EEPROM, например, разогрев его паяльником и приподняв над платой;

— соедините модуль FX2LP с компьютером USB-кабелем. Модуль должен зарегистрироваться в системе как несконфигурированный.

— припаяйте вывод 5 на место. В "Диспетчере устройств" это не должно вызвать никаких изменений.

В качестве основы для разработки программы микроконтроллера модуля

Код	Содержание	wValue	wIndex
0xB0	Тактирование АЦП	0x0001 — быстрое 0x0000 — медленное	Не используется
0xB1	Тактирование микросхемы CY7C68013A	0x0001 — внутреннее (48 МГц) 0x0000 — внешнее (16 МГц)	Не используется
0xB5	Аналоговый вход	0x0001 — закрытый 0x0000 — открытый	Не используется
0xB6	Аналоговое ослабление	0x0001 – 1:5 0x0000 – 1:1	Не используется
0xB7	Аналоговое усиление	0x0001 – ×10 0x0000 – ×1	Не используется
0xBA	Форма сигнала DDS	0x0002 — прямоугольник 0x0001 — треугольник 0x0000 — синусоида	Не используется
0xBB	Частота сигнала DDS	14 младших разрядов	14 старших разрядов
0xBC	Смещение сигнала DDS	8 разрядов	Не используется



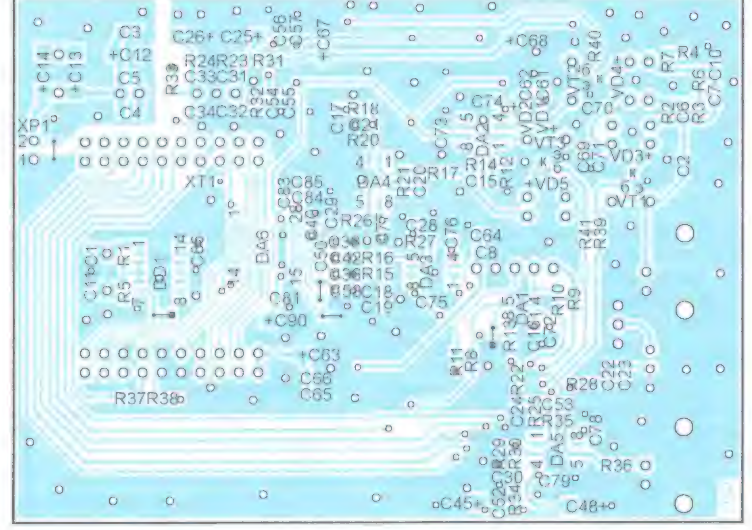


Рис. 7

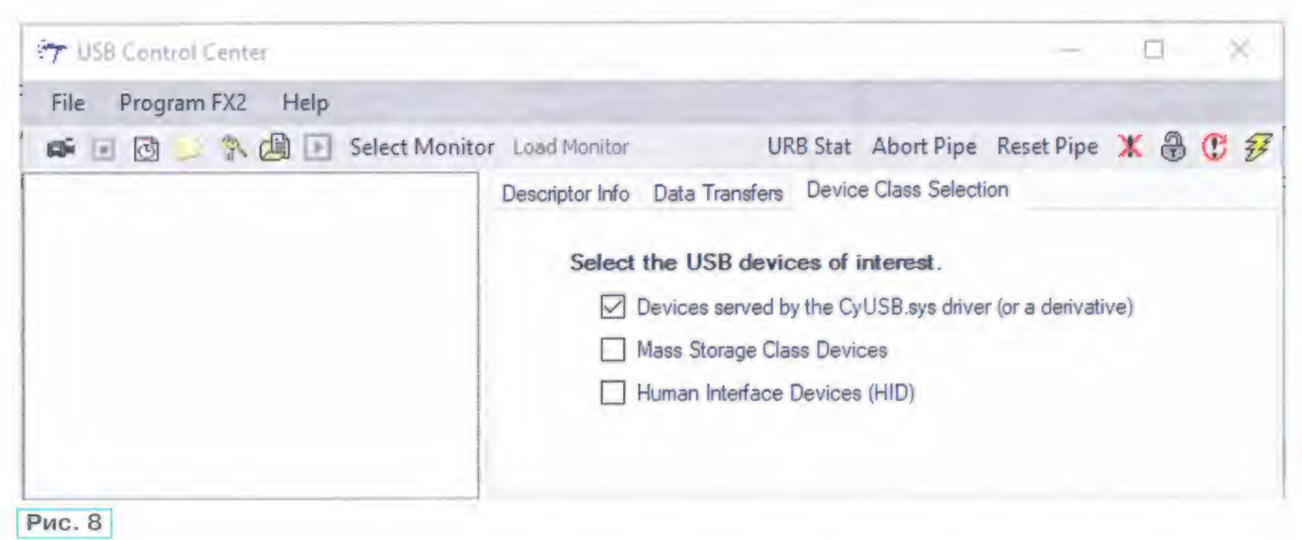


Рис. 8

FX2LP был использован поставляемый фирмой Cypress стандартный пример "Streamer". К сожалению, с помощью демонстрационной версии Kiel IDE его не удалось скомпилировать полностью, поскольку максимальный объём создаваемого ею кода ограничен — всего 4 Кбайт. Поэтому большое разнообразие вариантов передачи данных из примера удалено, оставлена лишь групповая пересылка (bulk transfer).

К проекту добавлен файл GPIF из примера "GPFI", позволяющий легко создавать и изменять дескрипторы осциллограмм, необходимые для налаживания GPIF. Он содержит редактор блок-схем, редактор сигналов, функцию прямого экспорта результата в файл на языке C, который затем можно включить в проект Keil IDE.

По умолчанию после инициализации встроенного микроконтроллера модуля FX2LK выполнение его программы начинается с высокой внутренней тактовой частотой (48 МГц). По команде можно переключиться на внешнюю низкую тактовую частоту (16 МГц). Дело в том, что при высокой тактовой частоте некоторые компьютеры по получении по USB более 262144 отсчётов сигнала начинают принимать дальнейшие отсчёты с паузами, нарушающими его фактическую временную диаграмму сигнала. Я подозреваю, что программные буферы не успевают очищаться достаточно быстро и происходит "зависание". Эту проблему предстоит исследовать и устранить позже. При меньшем объёме выборки никаких сбоев нет.

С внешней тактовой частотой 16 МГц и низкоскоростным АЦП эффективная частота дискретизации равна 1 МГц, число отсчётов сигнала практически неограничено, никаких искажений сигнала не наблюдается. В **таблице** приведён перечень получаемых по шине USB и обрабатываемых рассматриваемой программой команд и их параметров.

Программируемый интерфейс общего назначения (General Programmable Interface, GPIF) модуля FX2LP представляет собой независимый аппаратный блок, который формирует сигналы данных и управляющие сигналы, необходимые для внешнего интерфейса. GPIF может перемещать данные с помощью выполняемых процессором операций чтения и записи в регистры GPIF. Дополнительная информация имеется в [6]. На **рис. 9** можно увидеть эпюры сигналов чтения FIFO, формируемых GPIF в рассматриваемом про-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

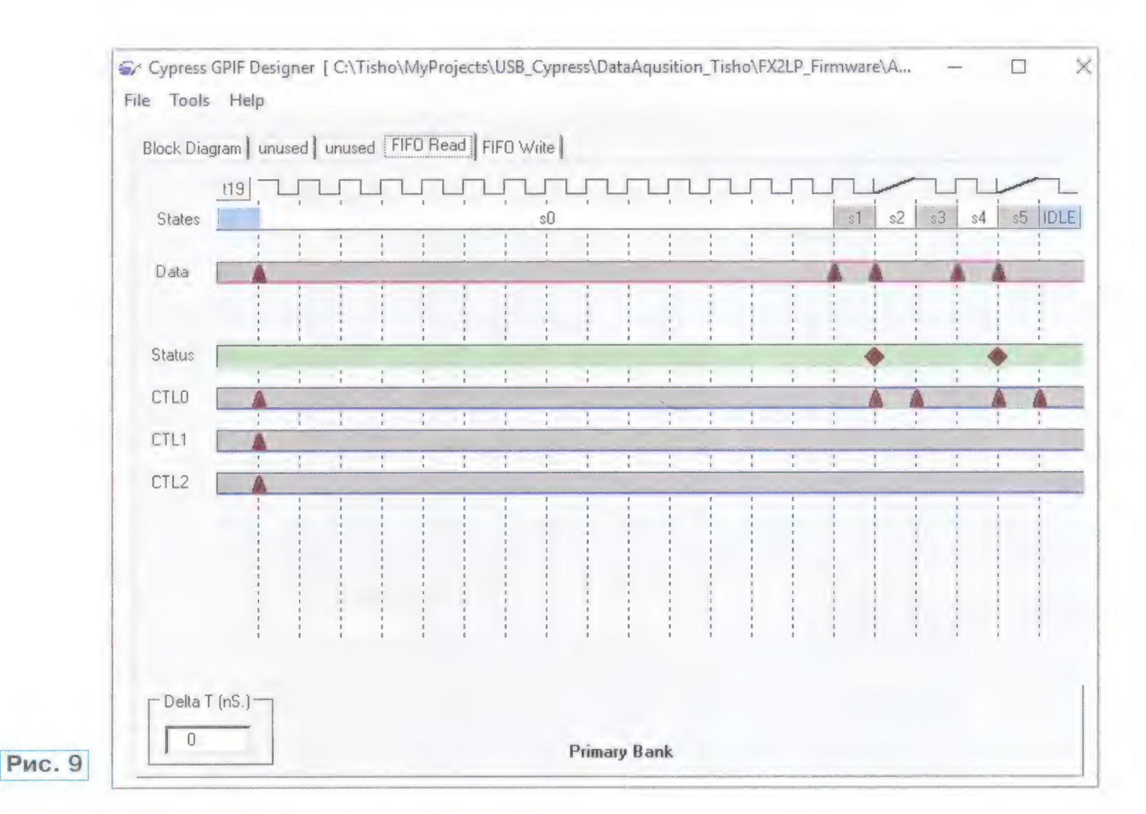


Рис. 9

Рис. 10

екте, а на **рис. 10** приведены примеры настройки точек принятия решений.

Среда µVision (Keil IDE), главное окно которой показано на **рис. 11**, объединяет всё описанное выше в один проект. Использована её демонстрационная версия, входящая в пакет программного обеспечения, поставляемый фирмой Cypress. Как уже было сказано, из-за её ограничений многие интересные функции реализовать не удалось. Например, программное управление амплитудой сигнала генератора DDS.

В результате трансляции созданного проекта среда генерирует файлы *.hex и *.iic, готовые к записи в память модуля FS2LP. Более подробная информация о порядке загрузки этих файлов была приведена выше.

Демонстрационная программа в среде LabVIEW. Чтобы организовать связь между LabView и модулем CY7C68013A, необходимо подготовить драйвер NI-VISA, следуя имеющимся в [7] инструкциям. Готовый драйвер NI-VISA для 64-разрядной версии Windows 10 имеется в приложении к статье. Он был проверен также на Windows 7 и Windows 8.1, где работал без каких-либо замечаний. Фрагмент окна "Диспетчера устройств" после установки драйвера выглядит, как показано на **рис. 12**.

Рис. 12

Предлагаемый драйвер не имеет цифровой подписи, о чём Windows 10 сообщает при его установке. Чтобы получить возможность выполнить установку, следует в соответствии с указаниями в [8] отключить проверку подписи. В Windows 7 такой проблемы нет.

Если после установки драйвера NI-VISA возникнет необходимость перепрограммировать модуль FX2LP, этот драйвер нужно будет временно заменить стандартным, поставляемым фирмой Cypress. Закончив загрузку программы, драйвер NI-VISA нужно вернуть обратно.

В программе для LabVIEW использованы фрагменты программы, описанной в статье [9]. Реализованная программа имеет четыре основных режима работы.

Анализатор спектра. В верхней части его окна (**рис. 13**) расположены два общие для всех режимов поля ввода:

"VISA Resource" — выбор активной платы FX2LP (при уже установленном драйвере NI-VISA);

"Calibration Coefficients File" — путь к файлу, содержащему калибровочные коэффициенты.

Ниже расположен раздел "Data acquisition", содержащий поле "N of samples", в котором задают максимальное число накапливаемых отсчётов сигнала. В этом же разделе имеются два движка:

"Sampling Frequency" — выбор одного из четырёх возможных значений частоты квантования сигнала (1 МГц, 3 МГц, 5,33 МГц и 16 МГц);

"Input Range" — выбор интервала значений входного сигнала (±0,1 В, ±1 В и ±5 В).

Переключателем "AC/DC" выбирают закрытый (AC) или открытый (DC) вход прибора.

С левой стороны окна находится индикатор "Signal Length", показывающий длительность зарегистрированного сигнала в миллисекундах. Ниже него два графических поля, верхнее из которых отображает полученный сигнал, а нижнее — его спектр.

Чтобы запустить анализ, необходимо нажать на экранную кнопку "START", если селектор "Save in file" активен, то принимаемые отсчёты сигнала будут автоматически записываться в файл, путь к которому указан в поле "File Path". Ранее сохранённые файлы сигналов можно просмотреть, нажав на экранную кнопку "Read File".

Справа от графических полей расположены индикаторы, показывающие

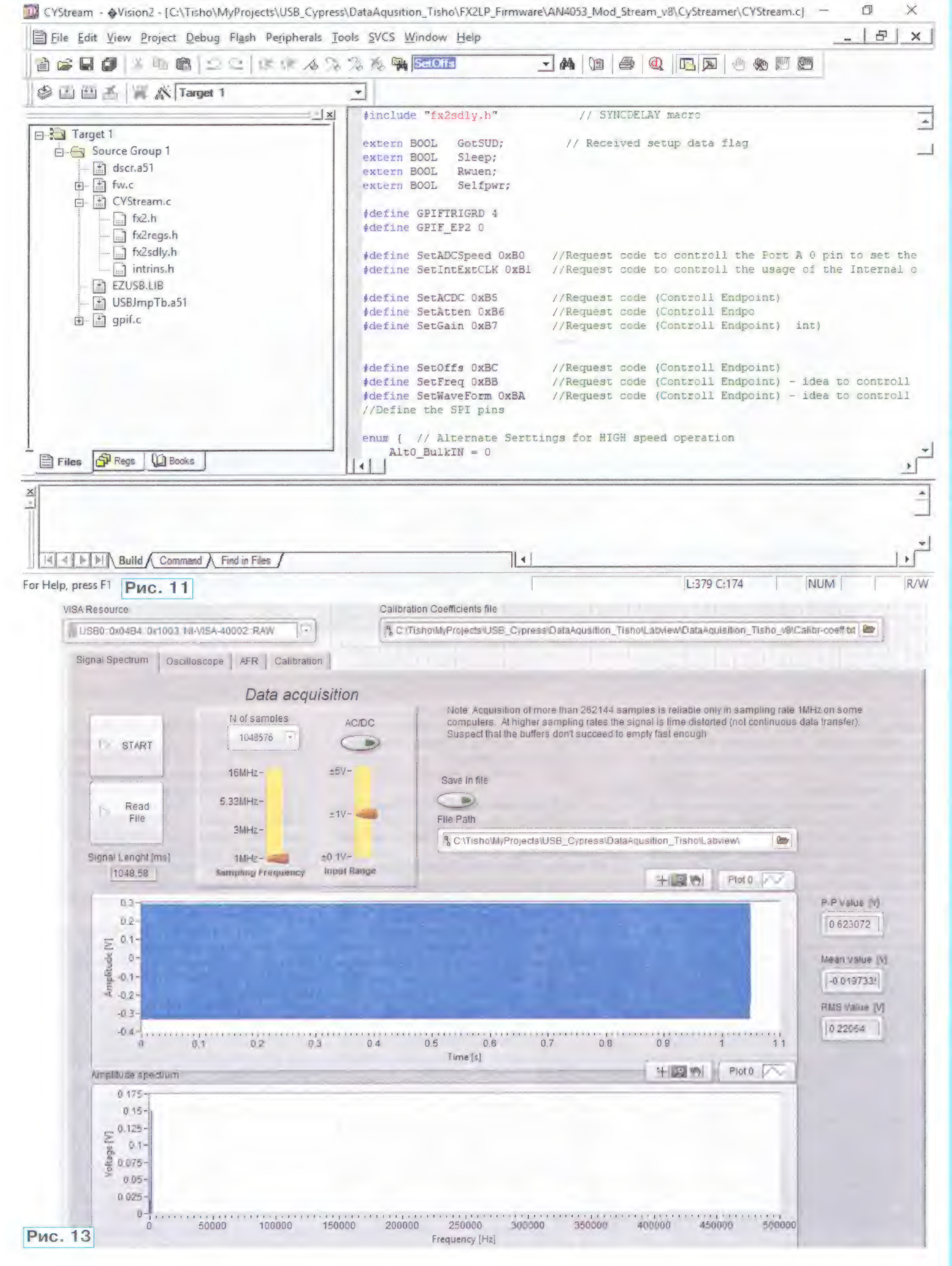

CYStream - µVision2 - [C:\Tisho\MyProjects\USB_Cypress\DataAqusition_Tisho\FX2LP_Firmware\AN4053_Mod_Stream_v8\CyStreamer\CYStream.c]
File Edit View Project Debug Flash Peripherals Tools SVCS Window Help
SetOffs
Target 1
Target 1
Source Group 1
dscr.a51
fw.c
CYStream.c
fx2.h
fx2regs.h
fx2sdly.h
intrins.h
EZUSB.LIB
USBJmpTb.a51
gpif.c
Files
Regs
Books
#include "fx2sdly.h" // SYNCDELAY macro
extern BOOL GotSUD; // Received setup data flag
extern BOOL Sleep;
extern BOOL Rwuen;
extern BOOL Selfpwr;
#define GPIFTRIGRD 4
#define GPIF_EP2 0
#define SetADCSpeed 0xB0 //Request code to controll the Port A 0 pin to set the
#define SetIntExtCLK 0xB1 //Request code to controll the usage of the Internal o
#define SetACDC 0xB5 //Request code (Controll Endpoint)
#define SetAtten 0xB6 //Request code (Controll Endpo
#define SetGain 0xB7 //Request code (Controll Endpoint) int)
#define SetOffs 0xBC //Request code (Controll Endpoint)
#define SetFreq 0xBB //Request code (Controll Endpoint) - idea to controll
#define SetWaveForm 0xBA //Request code (Controll Endpoint) - idea to controll
//Define the SPI pins
enum { // Alternate Serttings for HIGH speed operation
Alt0_BulkIN = 0
Build
Command
Find in Files
For Help, press F1
L:379 C:174
NUM
R/W
VISA Resource
USB0::0x04B4::0x1003::NI-VISA-40002::RAW
Calibration Coefficients file
C:\Tisho\MyProjects\USB_Cypress\DataAqusition_Tisho\Labview\DataAquisition_Tisho_v8\Calibr-coeff.txt
Signal Spectrum
Oscilloscope
AFR
Calibration
Data acquisition
START
Read File
Signal Lenght [ms]
1048.58
N of samples
1048576
AC/DC
16MHz
5.33MHz
3MHz
1MHz
Sampling Frequency
±5V
±1V
±0.1V
Input Range
Note: Acquisition of more than 262144 samples is reliable only in sampling rate 1MHz on some computers. At higher sampling rates the signal is time distorted (not continuous data transfer). Suspect that the buffers don't succeed to empty fast enough
Save in file
File Path
C:\Tisho\MyProjects\USB_Cypress\DataAqusition_Tisho\Labview\
Plot 0
Amplitude [V]
Time [s]
P-P Value [V]
0.623072
Mean value [V]
-0.019733
RMS Value [V]
0.22054
Amplitude spectrum
Voltage [V]
Frequency [Hz]

Рис. 11

Рис. 13

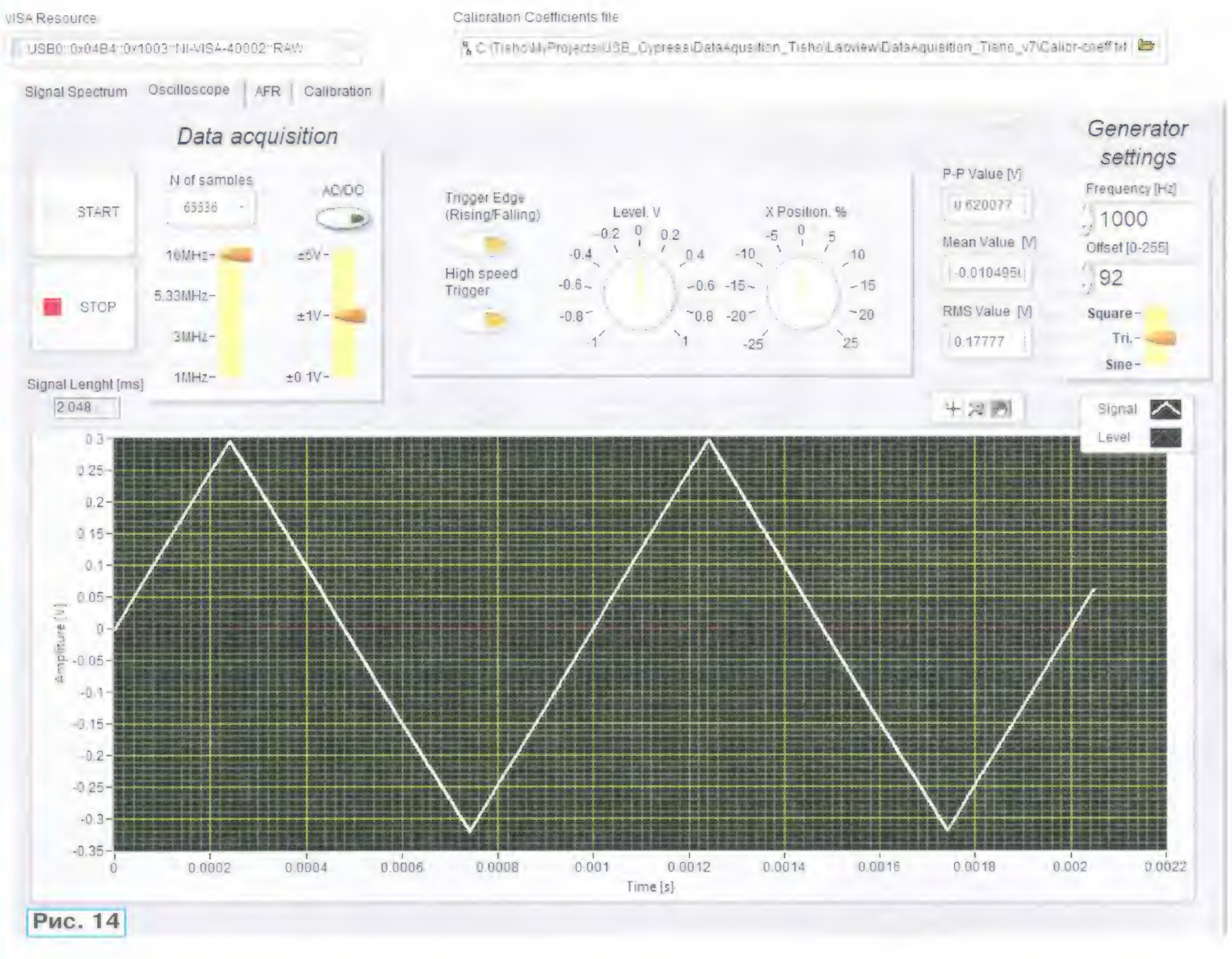


Рис. 14

размах (peak to peak), среднее и среднеквадратичное значения текущего полученного или считанного из файла сигнала.

Осциллограф. В этом режиме окно прибора имеет вид, показанный на **рис. 14**. Поля ввода "VISA Resource" и "Calibration Coefficients File", а также раздел "Data acquisition" идентичны тем, что были описаны выше. В центре верхней части окна расположены органы управления запуском развёртки:

"Trigger Edge (Raising/Falling)" — выбор запуска по нарастающему или спадающему перепаду сигнала;

"High Speed Trigger" — запуск просмотра сигнала с высокой скоростью (отображается большее число его периодов).

"Level, V" — установка уровня запуска;

"X Position, %" — перемещение сигнала влево или вправо по экрану.

Правее находятся индикаторы, показывающие текущие значения размаха сигнала, его среднего и среднеквадратичного значений. Далее справа расположен раздел "Generator Setting", где задают форму, частоту и постоянное смещение сигнала DDS.

Измеритель амплитудно-частотных характеристик (АЧХ). В его окне, показанном на **рис. 15**, многие компоненты подобны тем, что были описаны выше. Новые — раздел "Sweep settings" и поле ввода "Generator Amplitude [V]".

В разделе "Sweep settings" имеются следующие поля ввода:

— "Start", начальная частота развёртки;

— "End", конечная частота развёртки;

— "Number of points", число исследуемых частот.

В поле "Step [Hz]" отображается частотный шаг развёртки, рассчитанный, исходя из этих параметров. Переключателем "Square—Tri.—Sine" выбирают форму сигнала генератора.

В поле "Generator Amplitude [V]", вводят значение амплитуды сигнала генератора, которое используется лишь для расчёта коэффициента передачи исследуемого четырёхполюсника в децибелах. На выходе генератора амплитуда сигнала остаётся неизменной и не соответствующей введённому значению.

Нажатие на экранную кнопку "Пуск" запускает развёртку, в результате чего измеряется напряжение на выходе исследуемого четырёхполюсника при указанном в поле "Number of points" числе значений частоты генератора. По завершении цикла обзора из накопленного пакета удаляется постоянная составляющая и выполняется расчёт среднеквадратичных значений напряжения на каждой частоте.

Затем в графических полях отображаются зависимости напряжения генератора от времени и выходного напряжения (коэффициента передачи) исследуемого четырёхполюсника от частоты.

Калибровка. В этом режиме (**рис. 16**) поля ввода "VISA Resource" и "Calibration Coefficients File", а также раздел "Data acquisition" идентичны тем, что были описаны выше.

Раздел "Read values" содержит следующие компоненты:

— поле "Umax [V]", в котором указывают поданное на вход постоянное напряжение, близкое к максимальному для установленного интервала входных напряжений;

— поле "Umin [V]", в котором указывают поданное на вход постоянное напряжение, близкое к минимальному для установленного интервала входных напряжений;

— экранная кнопка "Read ADC "0", при нажатии на которую выполняется чтение данных и вычисляется усреднённое значение кода АЦП при нулевом напряжении на входе;

— экранная кнопка "Read ADC "Max", при нажатии на которую выполняется чтение данных и вычисляется усреднённое значение кода АЦП при напряжении на входе, указанном в поле "Umax [V]";

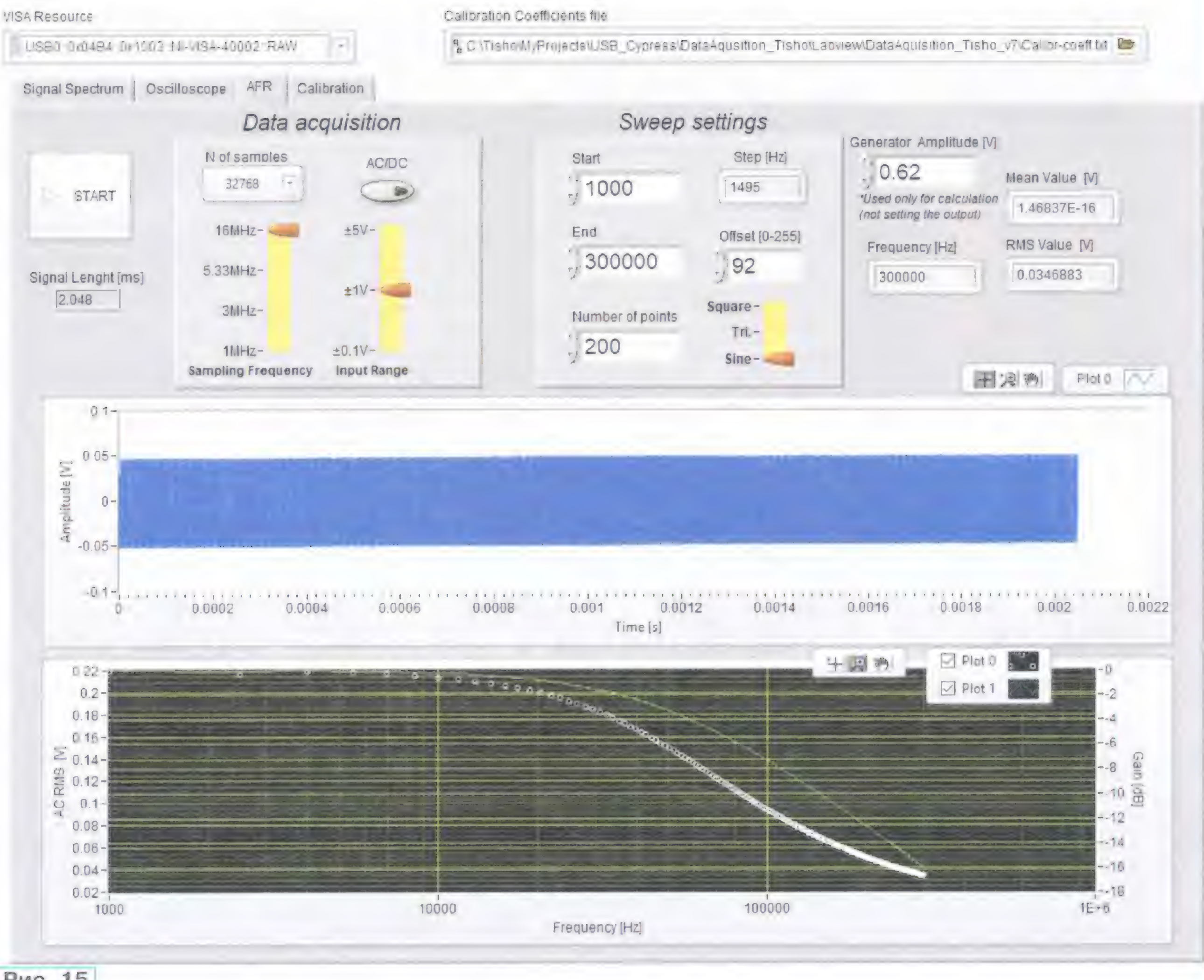


Рис. 15

— экранная кнопка "Read ADC "Min", при нажатии на которую выполняется чтение данных и вычисляется усреднённое значение кода АЦП при напряжении на входе, указанном в поле "Umin [V]".

Необходимо быть внимательным и следить, чтобы значения кодов АЦП не выходили из интервала 0—4095.

По заданным значениям и считанным кодам АЦП программа вычисляет калибровочный коэффициент и смещение. Нажатие на экранную кнопку "Save Calibration" перезаписывает файл калибровки. Для каждого интервала входного напряжения этот файл содержит значение кода АЦП, соответствующее нулю на входе, и коэффициент коррекции наклона характеристики преобразования.

Инструкция по калибровке:

— выберите подлежащий калибровке интервал входного напряжения;

— соедините вход прибора с общим проводом и два-три раза нажмите на экранную кнопку "Read ADC "0" — имеющийся в приборе ФНЧ требует времени для установления стабильного уровня сигнала;

— подайте на вход постоянное напряжение, близкое к максимальному для выбранного интервала, и два-три раза нажмите на экранную кнопку "Read ADC "Max";

— подайте на вход постоянное напряжение, близкое к минимальному для выбранного интервала, и два-три раза нажмите на экранную кнопку "Read ADC "Min";

— нажмите на экранную кнопку "Save Calibration".

Чтобы проверить правильность калибровки, нажимайте на экранную кнопку "Read" и сравнивайте полученные значения напряжения с подаваемыми на вход.

Следует иметь в виду, что в создаваемом прибором калибровочном файле разделителем целой и дробной частей десятичного числа служит точка. В компьютере, на котором запускается программа, в качестве такого разделителя может быть установлена запятая. В таком случае программа не только не выдаёт никаких сообщений об ошибках, но и не выводит на экран графики.

Есть два способа это исправить. Первый — изменить установленный в Windows десятичный разделитель. Второй — вручную откорректировать файл калибровки в текстовом редакторе.

LabVIEW предоставляет инструменты для запуска автономных приложений, разработанных в LabVIEW, на компьютерах, где эта система отсутствует. Для этого потребуется установить в компьютере драйвер NI-VISA, а также программы [10] и [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. CY3684 EZ-USB FX2LP DVK Setup software. — URL: **https://www.cypress.com/file/135301/download** (28.03.2020).

2. GPIF Designer Software. — URL: **https://www.cypress.com/file/87946/download** (28.03.2020).

3. SuiteUSB 3.4 — USB Development tools for Visual Studio. — URL: **https://www.cypress.com/documentation/software-and-drivers/suiteusb-34-usb-development-tools-visual-studio** (28.03.2020).

4. Getting Started with FX2LP. AN65209. — URL: **https://www.cypress.com/file/44956/download** (28.03.2020).

5. EZ-USB FX2LP. — URL: **https://www.cypress.com/products/ez-usb-fx2lp** (28.03.2020).

6. AN66806 — Getting Started with EZ-USB® FX2LP™ GPIF. — URL: **https://www.cypress.com/documentation/application-notes/an66806-getting-started-ez-usb-fx2lp-gpif** (28.03.2020).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

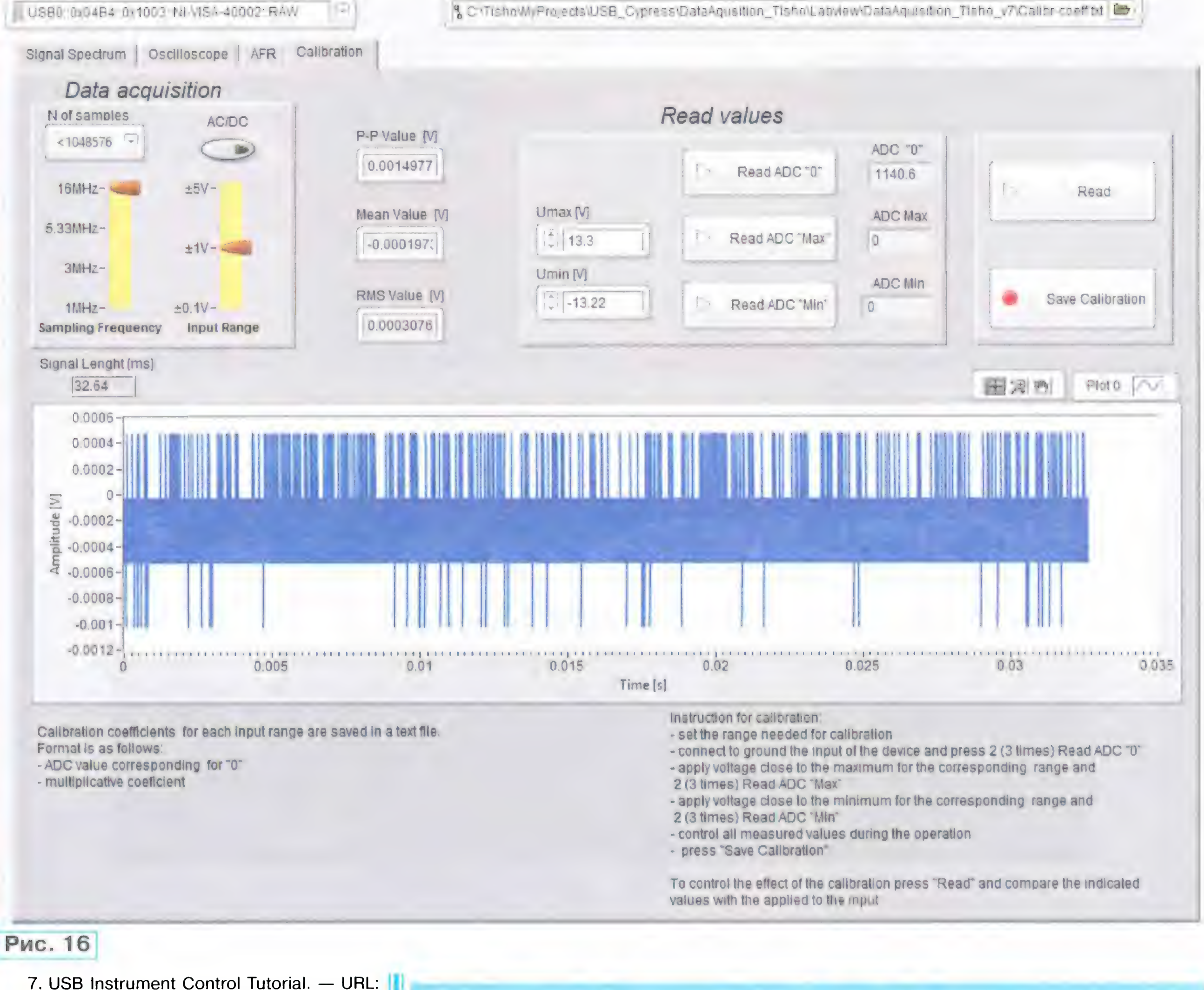


Рис. 16

7. USB Instrument Control Tutorial. — URL: **http://www.ni.com/tutorial/4478/en/** (28.03.2020).

8. **Clough M.** Permanently disable driver signature enforcement in Windows 10 Home version 1803. — URL: **https://answers.microsoft.com/en-us/windows/forum/all/permanently-disable-driver-signature-enforcement/176caf31-df98-41bc-8a5f-b9b91589da45** (28.03.2020).

9. **Чайковский В.** USB-регистратор напряжения с функциями осциллографа, анализатора спектра и измерителя АЧХ. — Радио, 2014, № 10, с. 22—28.

10. Package Manager. — URL: **https://www.ni.com/ru-ru/support/downloads/software-products/download.package-manager.html#3** (28.03.2020).

11. NI LabVIEW Run-Time Engine 2013.0. — URL: **https://ni-labview-run-time-engine.software.informer.com/download/** (28.03.2020).

***От редакции.** По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/05/acquis.zip** имеется упомянутое в статье программное обеспечение для модуля FX2LP и компьютера, а также файлы формата GERBER для изготовления печатной платы.*

Блок управления для комбайна "Алтай-Электрон"

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Универсальная кухонная машина (кухонный комбайн) "Алтай-Электрон", выпускавшаяся барнаульским заводом "Ротор", предназначена для механизации различных операций в процессе приготовления пищи. С помощью насадок и приспособлений, входящих в комплект комбайна, его можно использовать как миксер, кофемолку, соковыжималку, машину для замешивания теста и т. д. Комбайн оснащён универсальным коллекторным электродвигателем мощностью 460 Вт и имеет два рабочих вала — быстроходный и тихоходный. Первый используется для работы с миксером, кофемолкой и соковыжималкой, а второй, приводимый во вращение через понижающую ремённую передачу, — для выполнения остальных операций. Комбайн оснащён электронным блоком управления, позволяющим регулировать частоту вращения рабочих валов машины в широких пределах, а также защищающим электродвигатель от перегрева и перегрузки.

Этот комбайн 1993 г. выпуска исправно проработал в течение 15 лет, но потом внезапно вышел из строя. Причиной неисправности послужил отказ электронного блока управления, но так как работоспособность комбайна нужно было срочно восстановить, блок управления был удалён, а электродви-

гатель подключён к сети 230 В через штатный помехоподавляющий фильтр и диод КД202К. Такая полумера, конечно, снизила мощность электродвигателя, но, тем не менее, позволила выполнять все операции на быстроходном валу машины с постоянной и нерегулируемой частотой вращения. В таком виде комбайн проработал более 10 лет, но после очередной разборки с целью мытья корпуса появилось желание восстановить узел электронного регулирования частоты вращения. Проблема была в том, что плата штатного блока управления была давно разобрана на детали. Поэтому блок управления пришлось разрабатывать с нуля , используя имевшиеся в наличии детали, а то, что из этого получилось, предлагается вниманию читателей.

Штатный блок управления комбайна обеспечивал регулирование и стабилизацию частоты вращения электродвигателя, а также его защиту от перегрузки и перегрева. Так как в процессе эксплуатации машины без блока управления (с диодом) было выяснено, что большой нужды в стабилизации частоты вращения двигателя нет, от неё было решено отказаться. Но появилась необходимость ввести в новый блок управления функцию блокировки машины при подключении её к сети с нажатой кнопкой включения. Дело в том, что такое включение машины может привести к непредсказуемым последствиям, поэтому в руководстве по эксплуатации комбайна указано требование всякий раз перед включением машины в сеть проверять, не нажата ли кнопка. Штатная блокировка машины не позволяет включить её, если на пластмассовой ёмкости, в которой производятся операции на тихоходном валу, не установлена крышка, но от несанкционированного включения машины эта блокировка не защищает. К тому же крышка пластмассовой ёмкости зачастую мешает при работе с соковыжималкой, поэтому от штатной блокировки решено было отказаться, а защиту от несанкционированного включения поручить новому блоку управления, который, к тому же, должен обеспечивать регулировку частоты вращения электродвигателя и обеспечивать его защиту от перегрузки и перегрева.

В регуляторе был использован способ регулирования и стабилизации постоянного напряжения, питающего электродвигатель, сущность которого хорошо изложена в статье [1]. При этом пороговый элемент регулятора удаётся построить всего на одном логическом КМОП-элементе микросхемы с передаточной характеристикой триггера Шмитта, а остальные её элементы можно использовать для построения других узлов.

Хотя от полноценной стабилизации частоты вращения электродвигателя было решено отказаться, но всё же хотелось иметь возможность несколько повысить напряжение, подаваемое на двигатель, в моменты максимального увеличения его нагрузки. Реализовать такое регулирование при минимальном числе используемых элементов можно, используя идею, изложенную в [2], но это требует применения двух трансформаторов, а при налаживании нужно подбирать число витков обмотки одного из них. Но изменять питающее напряжение электродвигателя в зависимости от потребляемого им тока можно и без применения трансформаторов, используя тот факт, что падение напряжения на омическом сопротивлении обмотки возбуждения электродвигателя с ростом потребляемого тока увеличивается.

Суть такого способа регулирования схематически поясняет **рис. 1**. Если верхний по схеме вывод переменного резистора R1 подключить не к выходу диодного моста VD1, а после обмотки возбуждения двигателя, то при увеличении нагрузки на его вал и, следовательно, увеличении потребляемого двигателем тока падение напряжения на обмотке возбуждения увеличивается, а на якоре относительно минусовой линии питания — уменьшается.

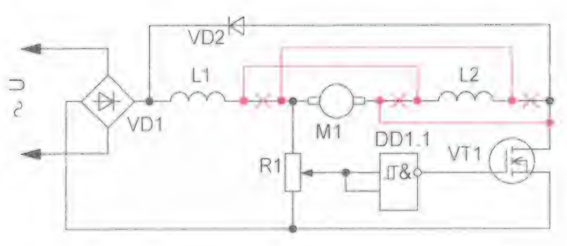


Рис. 1

Предположим, что движок переменного резистора R1 установлен в положение, при котором транзистор VT1 закрывается по достижении в сети напряжения 150 В, а сопротивление обмотки возбуждения двигателя — 10 Ом. Также предположим, что на холостом ходу двигатель потребляет ток 0,1 А, а при возрастании нагрузки ток увеличивается до 1 А. Тогда в режиме холостого хода падение напряжения на обмотке возбуждения будет равно 1 В, а транзистор VT1 будет закрываться при увеличении напряжения сети до 151 В, что незначительно отличается от установленного значения 150 В. Но при увеличении нагрузки двигателя падение напряжения на обмотке возбуждения составит уже 10 В, поэтому на двигатель при том же положении движка переменного резистора будет подаваться напряжение 160 В, что позволит немного скомпенсировать уменьшение его частоты вращения. Для увеличения падения напряжения обе половины обмотки возбуждения двигателя следует соединить согласно последовательно, как показано на рис. 1 цветными линиями.

Описанный выше способ регулирования был проверен экспериментально. Для проведения эксперимента был использован электродвигатель комбайна, сопротивление каждой из обмоток возбуждения равно 3,5 Ом, а сопротивление обмотки якоря — 8,4 Ом. Электродвигатель был неподвижно закреплён на столе, а для того, чтобы его вал можно было безопасно затормозить рукой, двигатель был подключён по схеме, показанной на рис. 1, к вторичной обмотке понижающего трансформатора с напряжением 20 В. Суть эксперимента заключалась в следующем. Сначала верхний по схеме вывод переменного резистора R1 был подключён непосредственно к выходу диодного моста VD1, движком переменного резистора установлена средняя частота вращения электродвигателя и приблизительно определено усилие, с которым необходимо сжать руку для полной остановки двигателя. Затем, не изменяя положения движка переменного резистора, его верхний по схеме вывод подключался к точке соединения якоря и обмотки возбуждения, после чего также определялось усилие, необходимое для торможения двигателя, которое в этом случае существенно возрастало. Конечно, определение тормозящего момента, прикладываемого к валу двигателя, носило чисто субъективный характер, так как какие-либо приборы для измерения момента у автора отсутствовали, но факт его увеличения был налицо. При подключении параллельно двигателю осциллографа точка среза синусоиды в процессе увеличения тормозящего момента перемещалась к её вершине, а при затормаживании двигателя срез совсем пропадал, т. е. на двигатель поступало полное напряжение питания. Следует также отметить, что при питании двигателя напряжением, существенно превышающим использованное в процессе эксперимента, эффект регулирования будет заметен лишь при значении тока двигателя, близком к максимальному, но в любом случае наличие такой регулировки лучше, чем работа двигателя без неё.

Схема блока управления приведена на **рис. 2**. Сетевое напряжение через помехоподавляющий фильтр C1L1L2C2 поступает на диодный мост VD1—VD4, выпрямляется и используется для питания электродвигателя. С выхода диодного моста напряжение поступает также на параметрический стабилизатор напряжения, образованный резистором R1 и стабилитроном VD6. Конденсатор C3 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, а конденсатор C4 является блокировочным в цепи питания микросхемы DD1. Светодиод HL1 служит для индикации наличия питающего напряжения, а диод VD5 защищает светодиод от обратного напряжения, поступающего с конденсатора C3 в моменты перехода сетевого напряжения через ноль.

Если контакты выключателя SA1 разомкнуты, после подключения блока к сети через резистор R4 и диод VD10 начинает заряжаться конденсатор C6. На время зарядки этого конденсатора (приблизительно 0,5 с) на выходе элемента DD1.3 появляется высокий логический уровень, поэтому светодиод HL2

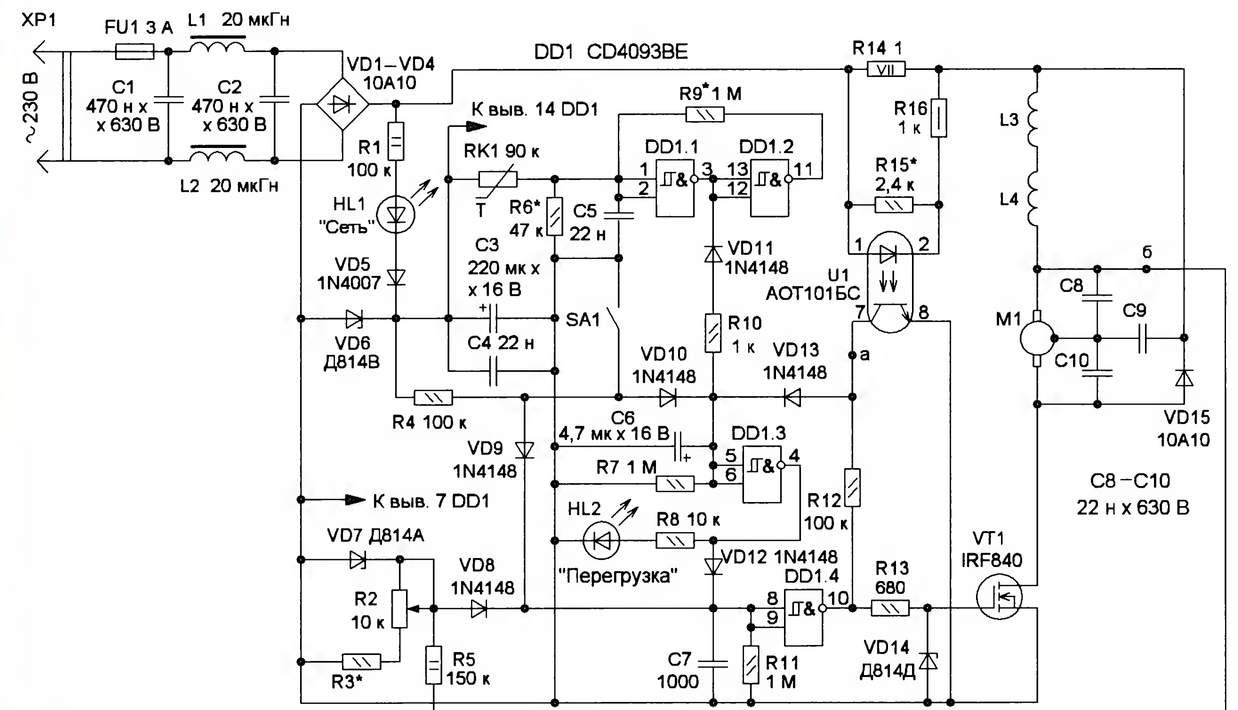


Рис. 2

кратковременно вспыхивает, а на вход элемента DD1.4 через диод VD12 поступает импульс высокого логического уровня. Если при подключении блока к сети контакты выключателя SA1 находятся в замкнутом состоянии, анод диода VD10 оказывается соединённым с минусовой линией питания, поэтому конденсатор C6 не заряжается и на выходе элемента DD1.3 постоянно присутствует высокий логический уровень, а светодиод HL2 светит. Так обеспечивается защита от несанкционированного включения комбайна при подключении его к сети с замкнутыми контактами выключателя SA1, а также защита при пропадании напряжения в сети, если его длительность превышает время разрядки конденсатора C6 через резистор R7 (около 5 с). Для возврата устройства в исходное состояние необходимо разомкнуть контакты выключателя SA1, при этом конденсатор C6 зарядится, а светодиод HL2 погаснет.

С помощью элемента DD1.4 осуществляется управление полевым транзистором VT1, в цепь стока которого включён электродвигатель. Когда контакты выключателя SA1 разомкнуты, на входы элемента DD1.4 через диод VD9 поступает напряжение высокого логического уровня, поэтому на его выходе присутствует низкий логический уровень и транзистор VT1 закрыт. При замыкании контактов выключателя SA1 напряжение высокого уровня, поступающее через диод VD9, исчезает, и на входы этого элемента поступает напряжение с делителя R5R2R3. Напряжение на этот делитель поступает с нижнего по схеме вывода обмотки возбуждения L4 (точка "б"). Требуемую частоту вращения двигателя устанавливают переменным резистором R2. При перемещении его движка вниз по схеме частота вращения увеличивается, а вверх — уменьшается.

Цепь, состоящая из резистора R12 и диода VD13, служит для поддержания конденсатора C6 в заряженном состоянии при работе двигателя. Дело в том, что после замыкания контактов выключателя SA1 конденсатор C6 перестаёт заряжаться через резистор R4 и диод VD10, и длительность работы устройства в этом состоянии будет определяться временем разрядки конденсатора C6 через резистор R7. Чтобы во время работы электродвигателя поддерживать конденсатор C6 в заряженном состоянии, на него через цепь R12VD13 поступают импульсы с выхода элемента DD1.4, длительность которых зависит от выбранной частоты вращения электродвигателя. Чем ниже частота вращения, тем меньше длительность импульсов на выходе инвертора, и наоборот.

Процесс регулирования происходит следующим образом: когда мгновенное значение напряжения сети ниже порога, установленного переменным резистором R2, на входах элемента DD1.4 присутствует низкий логический уровень, а на выходе —высокий, поэтому полевой транзистор VT1 открыт и напряжение поступает на двигатель. С ростом мгновенного значения напряжения сети напряжение на входе инвертора также увеличивается и, когда оно достигнет порогового, инвертор переключится и полевой транзистор закроется, а при снижении мгновенного значения напряжения снова откроется, и так далее. Таким образом, устройство поддерживает практически постоянным напряжение, поступающее на электродвигатель, вне зависимости от колебаний напряжения в питающей сети.

Следует отметить, что условием запуска регулятора после замыкания контактов выключателя SA1 является появление на входах элемента DD1.4 низкого логического уровня, т. е. регулятор работает только при питании его пульсирующим напряжением. Если питать регулятор напряжением, пульсации которого сглажены (например, на выходе диодного моста VD1—VD4 установлен сглаживающий конденсатор), условие запуска выполняться не будет, поэтому полевой транзистор VT1 останется постоянно закрытым.

Узел защиты электродвигателя от перегрева выполнен на элементах DD1.1 и DD1.2. Датчиком температуры двигателя служит терморезистор RK1 с отрицательным ТКС, который совместно с резистором R6 образует делитель напряжения, поступающего на входы элемента DD1.1. При увеличении температуры сопротивление терморезистора уменьшается, а напряжение на входе инвертора DD1.1 растёт, и когда оно превысит порог переключения элемента, на его выходе появится низкий логический уровень, поэтому конденсатор C6 разрядится через диод VD11 и резистор R10. При этом включится светодиод HL2 Перегрузка , а высокий логический уровень с выхода элемента DD1.3 через диод VD12 поступит на входы элемента DD1.4 и электродвигатель будет обесточен.

Для того, чтобы электродвигатель успел остыть перед повторным запуском, в узел защиты от перегрева введена положительная обратная связь через элемент DD1.2 и резистор R9, сопротивление которого определяет величину петли гистерезиса переключения узла защиты. При указанных на схеме номиналах элементов электродвигатель отключается при температуре

62 °C, а повторное включение возможно только при снижении температуры до 41 °C. В случае срабатывания узла защиты от перегрева комбайн следует отключить выключателем SA1. Когда электродвигатель остынет, светодиод HL2 погаснет, и комбайном снова можно будет пользоваться.

Защита от механической перегрузки двигателя осуществляется с помощью датчика тока — резистора R14, параллельно которому через токоограничивающий резистор R16 подключён излучающий диод оптопары U1. Если ток, потребляемый электродвигателем, превысит установленное значение, откроется фототранзистор оптопары U1 и соединит точку "а" с минусовой линией питания, в результате чего на конденсатор C6 с выхода инвертора DD1.4 перестанут поступать импульсы, подпитывающие его во время работы электродвигателя, и приблизительно через пять секунд (время разрядки конденсатора C6 через резистор R7) на выходе элемента DD1.3 появится высокий логический уровень, электродвигатель остановится и включится светодиод HL2. Чтобы вновь запустить электродвигатель, необходимо разомкнуть и снова замкнуть контакты выключателя SA1.

Соединение коллектора фототранзистора оптопары U1 именно с точкой "а", а не с плюсовым выводом конденсатора C6, обусловлено необходимостью наличия задержки срабатывания защиты на время пуска электродвигателя, когда пусковой ток в 5...7 раз превышает номинальный. Если пуск по каким-либо причинам затянется, электродвигатель также будет автоматически отключён. Величину тока, при котором срабатывает защита, устанавливают подборкой резистора R15.

Следует отметить, что такое построение узла контроля потребляемого двигателем тока нельзя считать оптимальным и экономичным, так как при рабочем токе электродвигателя, равном 2 А, на резисторе R14 рассеивается мощность 4 Вт. Причина применения именно такой схемы проста, — при конструировании устройства у автора из низкоомных резисторов был в наличии только проволочный эмалированный резистор ПЭВ-7,5 сопротивлением 1 Ом, с применением которого и было решено построить узел защиты. Значительно меньшие потери мощности можно получить, используя схему датчика тока, приведённую на **рис. 3**. Сопротивление резистора R18 и его мощность рассеяния зависят от типа транзистора VT2 и тока $I_{ср}$, при котором должна срабатывать защита: $R18 = U_{бэ}/I_{ср}$, $U_{бэ}$ — напряжение открывания транзистора VT2. Для германиевого транзистора это напряжение 0,3...0,4 В, для кремниевого — 0,6...0,7 В. Мощность, рассеиваемая резистором R18, определяется из выражения $P = U_{бэ} \cdot I_{ср}$, но следует учесть, что резистор без повреждения должен быть способен кратковременно рассеивать мощность, превышающую расчётную в 5...7 раз, что необходимо для исключения выхода из строя резистора под воздействием пускового тока электродвигателя.

Коротко о назначении остальных элементов устройства. Стабилитрон VD7 ограничивает напряжение на входах элемента DD1.4 до безопасного значения, а также защищает его в случае обрыва проводов, идущих к переменному резистору R2. Стабилитрон VD14 защищает затвор полевого транзистора VT1 от выбросов напряжения, а диод VD15 защищает транзистор от противоЭДС, возникающей в обмотках

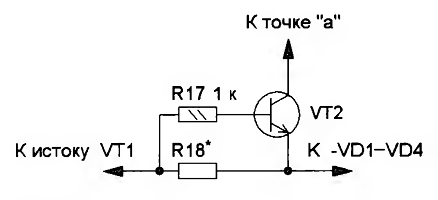


Рис. 3

электродвигателя при закрывании транзистора. Конденсаторы C8—C10 — штатные помехоподавляющие конденсаторы, включённые между соответствующими точками и корпусом электродвигателя.

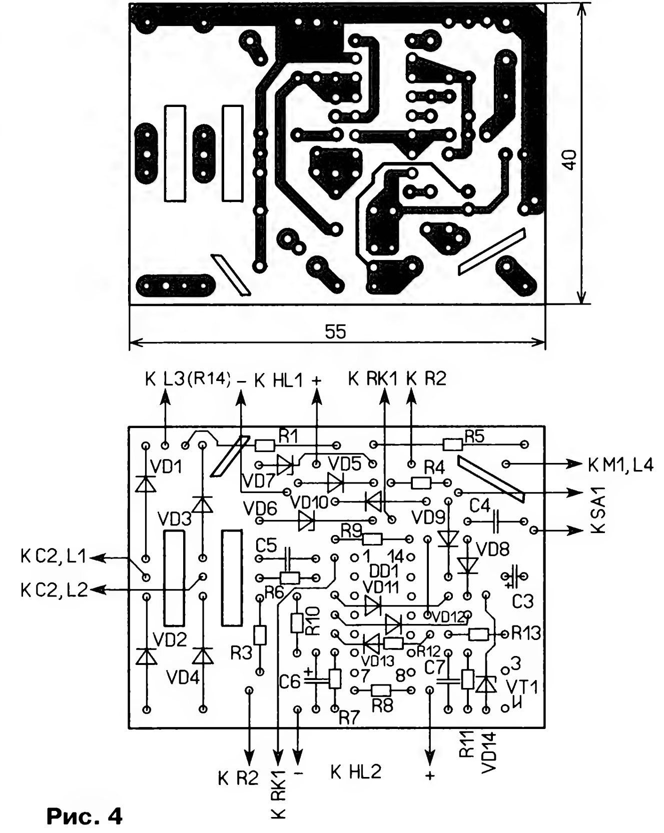


Рис. 4

Большинство деталей устройства можно смонтировать на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой приведён на **рис. 4**. В данном варианте платы отсутствуют посадочные места для оптопары U1 и резисторов R14—R16, но имеется точка "а", поэтому совместно с этой платой можно использовать любой из описанных узлов контроля тока, потребляемого электродвигателем, или исключить этот узел вовсе. Для предотвращения электрического пробоя по поверхности платы между печатными проводниками с большой разностью потенциалов следует выполнить прорези шириной 2 мм.

Диоды VD11 и VD12 монтируют над микросхемой DD1, а резистор R12 и диод VD13 устанавливают перпендикулярно плате, при этом вывод анода диода и верхний по схеме вывод резистора спаивают между собой над корпусом микросхемы — это и будет точка "а". Стабилитроны VD6, VD7, VD14, а также резисторы R1 и R5 следует монтировать после установки всех остальных деталей. Вывод стока транзистора VT1 перед монтажом на плату удаляют, а проводник, идущий к электродвигателю, подключают непосредственно к теплоотводящему фланцу транзистора. Транзистор с применением теплопроводящей пасты следует установить на теплоотвод площадью 10 см^2 или, при использовании более мощного электродвигателя, применить теплоотвод большей площади. Если в устройстве планируется применить узел защиты от превышения тока, схема которого приведена на рис. 3, вывод истока транзистора VT1 в плату не впаивают, а соединяют его отрезком изолированного провода с левым по схеме выводом резистора R18, а правый по схеме вывод этого резистора также отдельным проводом соединяют с минусовой линией источника питания.

В авторском варианте печатная плата устройства (её топология отличается от приведённой на рис. 4) закреплена с помощью винтов и стоек высотой 5 мм к пластине из полистирола (**рис. 5**), на которой также смонтирован сетевой фильтр (использованы детали штатного сетевого фильтра комбайна), держатель плавкой вставки FU1 и теплоотвод транзистора VT1. Пластина закреплена на шасси комбайна в том месте, где раньше располагался штатный блок управления (**рис. 6**). Конденсаторы C8—C10 установлены непосредственно на электродвигателе, а диод VD15 — на колодке для подключения проводов к двигателю. Над этой колодкой, рядом со щёткодержателем, с помощью кронштейна закреплён резистор R14

(на рис. 6 он отсутствует). Этот резистор закреплён таким образом, что он обдувается потоком воздуха, создаваемого вентилятором электродвигателя.

Так как штатный терморезистор, встроенный в обмотку двигателя, имеет довольно низкое сопротивление — 62 Ом (при температуре 25 °С), использовать его совместно с новым блоком управления не удалось. Выводы штатного терморезистора были изолированы, а к статору двигателя с помощью хомута прижат терморезистор от мультиварки, заключённый в прозрачную термостойкую трубку, а в месте контакта трубки и статора нанесён слой теплопроводящей пасты. Для повышения безопасности при эксплуатации комбайна его штатный сетевой шнур был заменён другим, имеющим двойную изоляцию. Внешний вид комбайна в сборе приведён на **рис. 7**.

В устройстве можно использовать резисторы любого типа, при этом мощность резисторов R1, R5 для предотвращения электрического пробоя по их поверхности должна быть не менее 1 Вт. Резистор R14 — проволочный ПЭВ-7,5, его можно заменить четырьмя резисторами МЛТ-2 сопротивлением по 4,7 Ом, соединёнными параллельно. Можно также использовать самодельный резистор, изготовленный из отрезка высокоомной спирали от электроплитки. При использовании узла контроля тока, выполненного по схеме, приведённой на рис. 3, резистор R18 также можно изготовить из отрезка высокоомного провода или использовать проволочные резисторы С5-16Т, которые имеют сопротивление от 0,1 Ом и более. Терморезистор RK1 — любой с отрицательным ТКС, имеющий при температуре 25 °С сопротивление 50...100 кОм, переменный резистор — СП3-4А или другой с линейной характеристикой и сопротивлением 6,8...10 кОм.


Рис. 5


Рис. 6

Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные (на месте С6 автор использовал танталовый выводной конденсатор TECAP). Остальные конденсаторы — плёночные К73-17 или другие аналогичные, при этом номинальное напряжение конденсаторов С1, С2, С8—С10 должно быть не менее 630 В. В сетевом фильтре на месте С1, С2 также можно применить импортные конденсаторы, рассчитанные для работы на переменном токе с номинальным напряжением не менее 275 В.

Диоды VD1—VD4 и VD15 должны иметь допустимое обратное напряжение не менее 400 В (чем больше — тем лучше) и рассчитаны на ток, потребляемый электродвигателем. Хотя диоды 10А10 и имеют большой запас по току, но при токе около 3 А они сильно нагреваются (автор заметил это при налаживании, когда вместо электродвигателя были подключены лампы накаливания), поэтому выводы этих диодов по возможности лучше не укорачивать — они будут служить дополнительным теплоотводом. Вместо 10А10 можно использовать диоды 10А6 или даже трёхамперные 1N5408. Применение таких диодов вполне допустимо, так как длительность работы электродвигателя комбайна исчисляется минутами и лишь иногда (при использовании соковыжималки) может превышать десять минут. Однако если блок управления планируется эксплуатировать в составе устройства с длительным непрерывным режимом работы, то на месте указанных выше диодов лучше применить диоды с металлическим корпусом (например, КД202М или КД202Р), установив их на соответствующий теплоотвод. Понятно, что такие диоды на плату установить не удастся, и их придётся монтировать отдельно.

Остальные диоды — любые маломощные выпрямительные или импульсные, например из серии КД521 или КД522. Стабилитроны — также любые маломощные, при этом напряжение стабилизации стабилитрона VD6 может лежать в пределах 10...12 В, а напряжение стабилизации VD7 — немного меньше, чем у VD6. Стабилитрон VD14 должен иметь напряжение стабилизации немного большее, чем у VD6. Светодиоды — любые подходящие сверхъяркие зелёного (HL1) и красного (HL2) свечения.

Микросхема CD4093BE заменима отечественной К561ТЛ1, а транзистор IRF840 — транзистором IRF740 или отечественным КП707 с любым буквенным индексом. В качестве VT2 (см. рис. 3) можно использовать практически любые маломощные транзисторы структуры n-p-n, например, кремниевые КТ315, КТ3102 или германиевые МП35, МП37, МП38 с любым буквенным индексом. Транзисторную оптопару АОТ101 можно использовать с любым буквенным индексом (в устройстве используется лишь одна половина этой оптопары) или заменить её любой подходящей отечественной или импортной одноканальной оптопарой. Дроссели L1, L2 — ДПМ2,4-20 или другие, рассчитанные на ток не менее 2,5 А. Выключатель SA1 — любой конструкции, изоляция которого рассчитана для работы при сетевом напряжении (автор использовал имеющуюся в комбайне кнопку П2К с фиксацией).

Перед первым подключением смонтированного устройства к сети, а также в процессе налаживания вместо плавкой вставки FU1 следует включить лампу накаливания (или несколько параллельно соединённых ламп) мощностью 300 Вт — это предохранит элементы устройства от повреждения при ошибках в монтаже. Налаживание устройства лучше производить в несколько этапов. На первом этапе налаживают узел защиты от перегрева (электродвигатель к устройству при этом не подключают). Для этого вместо резистора R6 подключают переменный резистор сопротивлением 100 кОм, а терморезистор RK1 вместе с образцовым термометром помещают в ёмкость с водой,

температура которой соответствует температуре срабатывания защиты. Установив движок переменного резистора в положение минимального сопротивления, подключают устройство к сети (контакты выключателя SA1 должны быть разомкнуты) и, увеличивая сопротивление переменного резистора, добиваются включения светодиода HL2. Затем в процессе остывания воды наблюдают момент, когда светодиод HL2 погаснет, и отмечают показания образцового термометра. Разница между начальными и конечными показаниями термометра — это гистерезис узла защиты от перегрева, величину которого задаёт резистор R9 (при увеличении сопротивления этого резистора гистерезис уменьшается, а при уменьшении — увеличивается). Если величина гистерезиса устраивает, измеряют сопротивление введённой части переменного резистора и впаивают вместо него резистор возможно близкого сопротивления. В том случае, если гистерезис необходимо изменить, то после замены резистора R9 другим процесс налаживания следует повторить сначала.

На втором этапе налаживания к устройству подключают электродвигатель (узел защиты от перегрузки при этом должен быть отключён от точки "а") и, замкнув контакты выключателя SA1, перемещением движка переменного резистора R2 определяют интервал регулировки частоты вращения электродвигателя. Если в верхнем по схеме положении движка переменного резистора частота вращения электродвигателя будет больше требуемой минимальной, то устанавливают резистор R3, сопротивление которого подбирают экспериментально. Измерить частоту вращения электродвигателя у автора не было возможности, но напряжение на нём при указанных на схеме номиналах элементов изменялось от 30 до 210 В.

На последнем этапе налаживают узел защиты от перегрузки. Для этого вместо электродвигателя удобно временно включить лампу накаливания, а между датчиком тока (резистором R14) и минусовой линией питания подключить эквивалент нагрузки, в качестве которого можно использовать лампы накаливания (или ТЭН) с потребляемым током, немного превышающим максимальный ток электродвигателя. Вместо резистора R15 временно включают переменный резистор сопротивлением 4,7 кОм (лучше проволочный), устанавливают движок этого резистора в положение максимального сопротивления и замыкают контакты выключателя SA1. Затем уменьшают сопротивление переменного резистора, добиваясь погасания лампы накаливания, включённой вместо электродвигателя, после чего измеряют сопротивление введённой части переменного резистора и впаивают вместо него постоянный резистор максимально близкого сопротивления. Следует отметить, что перемещать движок переменного резистора необходимо постепенно, выдерживая между перемещениями паузы длительностью не менее 5 с, так как устройство реагирует на открывание фототранзистора оптопары U1 с задержкой, обусловленной разрядкой конденсатора C6 через резистор R7.



Рис. 7

Если в устройстве применён узел защиты по схеме, изображённой на рис. 3, его удобнее налаживать, подключив эквивалент нагрузки к выходу диодного моста и левому по схеме выводу резистора R18 (этот вывод временно отключают от истока транзистора VT1, соединив при этом исток с минусом источника питания). Налаживание сводится к подбору такого сопротивления резистора R18, при котором лампа накаливания, включённая вместо электродвигателя, гаснет спустя 5 с после замыкания контактов выключателя SA1.

Если в комбайне решено сохранить штатную блокировку, не позволяющую запустить электродвигатель, пока крышка рабочей ёмкости не будет установлена на своё место, контакты геркона, замыкающиеся при установке крышки, можно подключить последовательно с выключателем SA1, как и было сделано в исходной схеме комбайна. Но при таком подключении нарушится правильная работа защиты от несанкционированного включения, так как при включении в сеть с замкнутыми контактами выключателя SA1 и открытой крышкой рабочей ёмкости после закрывания этой крышки электродвигатель самопроизвольно запустится. Поэтому нормально разомкнутые контакты геркона лучше включить последовательно с резистором R6. В этом случае логика работы блокировки останется прежней, но при включении комбайна в сеть с замкнутыми контактами выключателя SA1 после закрывания крышки машина не запустится.

Описанное устройство можно использовать и с электродвигателем гораздо большей мощности, для чего следует применить диоды VD1—VD4, рассчитанные на соответствующий ток, а на месте VT1 применить транзистор большей мощности или установить два транзистора, соединённых параллельно. В качестве нагрузки к устройству также можно подключить электронагреватель, превратив устройство в термостат с регулируемой мощностью нагрева. Для этого элементы R7, R12, C6, VD10, VD13 из схемы следует удалить, вместо резистора R6 установить переменный резистор, а диод VD11 заменить перемычкой. Элементы узла защиты по току из схемы также следует удалить, а нижний по схеме вывод резистора R5 соединить с плюсовым выходом диодного моста.

Работать такой термостабилизатор будет следующим образом. Когда температура воздуха или другой нагреваемой среды меньше установленной переменным резистором, включённым вместо резистора R6, нагреватель работает. При превышении температуры нагреватель отключается, о чём сигнализирует светодиод HL2. Величину гистерезиса переключения термостабилизатора устанавливают подборкой резистора R9, а, заменив его переменным резистором, величину гистерезиса можно регулировать в широких пределах. Если для поставленной задачи величина гистерезиса окажется слишком большой даже при отсутствии резистора R9, то её можно снизить, воспользовавшись рекомендациями, приведёнными в статье [3].

При налаживании и эксплуатации данного устройства следует помнить, что все его элементы гальванически связаны с сетью, и строго соблюдать правила техники безопасности. Во время экспериментов с электродвигателем последний должен быть жёстко закреплён на рабочем столе, так как в момент пуска незакреплённый электродвигатель может сорваться с места и причинить травмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Регуляторы яркости КЛЛ, и не только... — Радио, 2017, № 4, с. 40—44.

2. **Скрыник А.** Стабилизированный регулятор частоты вращения. — Радио, 1996, № 9, с. 46.

3. **Нечаев И.** О гистерезисе напряжения переключения триггера Шмитта микросхемы К561ТЛ1. — Радио, 2012, № 4, с. 20.

***От редакции**. Чертеж печатной платы в формате bmp размещён по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/05/altay.zip** на нашем сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Уменьшение пульсаций яркости светодиодного модуля F6040 и регулятор яркости для него

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автор статьи предлагает рецепты снижения пульсаций яркости сетевых светодиодных модулей, а также варианты регуляторов мощности для них.

Серия светодиодных модулей F6040 [1] имеет большую номенклатуру, в которой модули отличаются номинальной мощностью и небольшими конструктивными особенностями. Эта серия, как и многие другие аналогичные, представляет собой светодиодную матрицу, питаемую от сети 230 В через встроенный в него несложный источник питания — драйвер. Все элементы размещены на дюралюминиевой печатной плате-теплоотводе. Светодиоды залиты мягким полупрозрачным компаундом с люминофором, остальные детали — непрозрачным (**рис. 1**). Модуль с номинальной мощностью 20 Вт потребляет от сети ток 87 мА, что соответствует указанной мощности.

После удаления компаунда с части элементов драйвера (**рис. 2**) можно рассмотреть, какие элементы входят в него и как они соединены. Драйвер этого модуля собран на двух микросхемах DF6811BC в корпусе SO-8 (аналоги — микросхемы MX2082S, SM2082C), которые представляют собой линейные стабилизаторы тока. Значение тока устанавливают подборкой внешнего резистора. Микросхемы включены параллельно и питают всего одну светодиодную матрицу, содержащую 64 светодиодных кристалла. В состав драйвера, кроме двух микросхем и двух токозадающих резисторов, входит выпрямительный диодный мост MB10S. Такая скромная комплектация является причиной не очень высоких потребительских качеств этого модуля, но об этом будет сказано далее.

Схема драйвера, как впрочем, и других аналогичных, показана на **рис. 3**. На светодиодную матрицу EL1—EL64 поступает пульсирующее напряжение с выхода диодного моста VD1. Ток ограничения задают резисторы R1 и R2. Через каждую микросхему протекает ток 40...45 мА. При перегреве микросхемы (более 110 °С) ток через светодиоды автоматически уменьшается. Напряжение, при котором светодиодная матрица светит с максимальной яркостью (в этом модуле), — около 200 В. При напряжении сети меньше этого значения светодиоды светят слабее или совсем погашены. Когда мгновенное напряжение сети превысит номинальное напряжение светодиодной матрицы, через неё начнёт протекать ток, максимальное значение которого и ограничат микросхемы.

В результате световой поток имеет сильные пульсации с частотой 100 Гц. Уровень пульсаций, измеренный с помощью самодельного прибора [2], — 66 %. Хотя это и приблизительные измерения, но такой уровень пульсаций, пожалуй, основной недостаток модуля. Это неудивительно, поскольку в течение более половины каждого полупериода сетевого напряжения ток через светодиодную матрицу практически не протекает. Поэтому использовать такой модуль для освещения рабочего места или жилых помещений хоть и соблазнительно, но нежелательно.



Рис. 1



Рис. 2

Для устранения этого недостатка можно предложить несколько технических решений. Самое простое на первый взгляд решение — подключить после выпрямительного моста сглаживающий конденсатор (или несколько соединённых параллельно) ёмкостью несколько десятков микрофарад (выделен на рис. 3 цветом), чтобы микросхемы постоянно работали в режиме стабилизации тока. Это исключит или существенно уменьшит пульсации све-

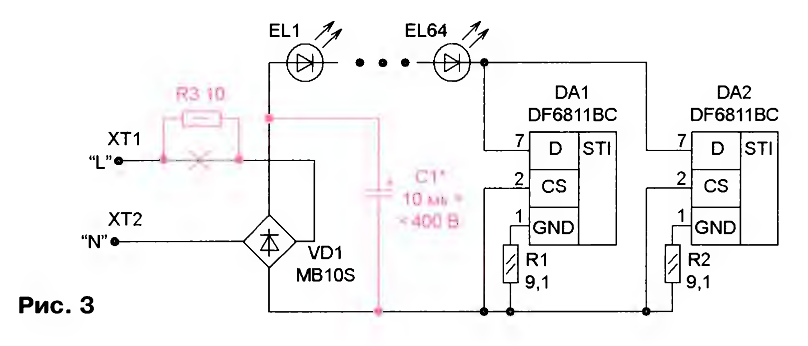


Рис. 3

тового потока. Такие конденсаторы можно извлечь из некоторых вышедших из строя КЛЛ и светодиодных ламп, конечно при условии, что эти конденсаторы исправны. В исходном варианте драйвера нет конденсаторов, поэтому нет и токоограничивающего резистора в цепи 230 В, а значит потребуется его (R3) установка в разрыв одного из сетевых проводов.

Однако после установки конденсатора действующее напряжение, как на светодиодной матрице, так и на микросхемах заметно возрастёт. Одновременно увеличится и средний ток через них. В результате яркость свечения увеличится, но появится и негативный результат — заметно возрастёт рассеиваемая всем модулем мощность, а значит и температура. Этот модуль без сглаживающего конденсатора потребляет ток 87 мА, а с конденсатором ёмкостью 10 мкФ — 110 мА, т. е. потребляемая от сети мощность увеличилась с 20 до 25 Вт. Несмотря на то, что ток через светодиодную матрицу ограничен микросхемами драйвера, средний потребляемый ток увеличился. Это обусловлено тем, что установка сглаживающего конденсатора устраняет большие провалы напряжения на светодиодной матрице, и ток через неё стал не импульсный, а протекает постоянно.

Установку сглаживающего конденсатора на выходе выпрямителя следует рекомендовать для случая, когда модуль серии F6040 имеет мощность не более 20 Вт, т. е. в драйвере применена одна или две микросхемы, поскольку в этом случае у конструкции есть запас по рассеиваемой мощности.

Указанная доработка потребует вмешательства в конструкцию модуля, по крайней мере, потребуется удалить компаунд у диодного моста и припаять к его выходу упомянутый конденсатор (или конденсаторы), конечно с учётом полярности, и где-то его разместить. Перед этим, конечно, этот конденсатор надо надёжно изолировать.

Если нет желания или возможности вмешиваться в конструкцию модуля, можно сделать внешний выпрямитель со сглаживающим конденсатором, а для повышения экономичности дополнить его балластным конденсатором. Кроме того, если переключать балластный конденсатор, светильник с модулем F6040 можно переводить в режим ночника с малой яркость свечения. Схема такого варианта доработки показана на **рис. 4**. Выключателем SA1 включают светильник. При замкнутых контактах выключателя SA2 яркость светильника максимальная, при разомкнутых — включается режим ночника. Резисторы R1 и R3 — токоограничивающие, резистор R2 обеспечивает разрядку конденсаторов C1 и C2 после выключения светильника.

Подборкой конденсатора C1 можно установить максимальную яркость модуля, а подборкой конденсатора C2 — яркость свечения в режиме "Ночник". Уровень пульсаций яркости зависит от ёмкости конденсатора C3. Чем больше его ёмкость, тем меньше пульсации. Все дополнительные элементы можно установить в отдельном пластмассовом корпусе или в пластмассовой подставке светильника. Выключатели должны быть рассчитаны для работы в сети 230 В. Если режим ночника не требуется, элементы C2, SA2 и R3 не устанавливают. Конденсатор C2 заменяют проволочной перемычкой.

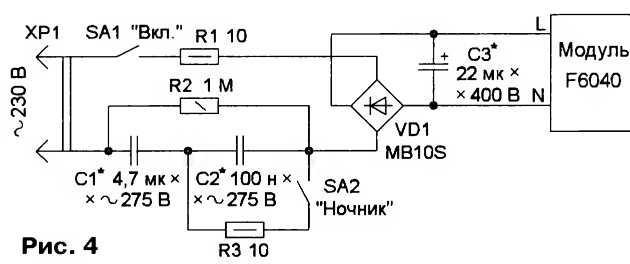


Рис. 4

Обеспечить уменьшение пульсаций и возможность плавной регулировки яркости свечения модуля может регулятор напряжения, описание которого приведено в [3]. Такой регулятор можно использовать не только совместно с КЛЛ, но и со светодиодными модулями серии F6040 (и аналогичными). Принцип работы регулятора основан на том, что ключевой элемент — полевой транзистор закрывается в момент, когда сетевое напряжение достигает определённого значения. В результате напряжение на нагрузке не превысит этого значения.

Схема одного из вариантов регулятора яркости свечения модуля F6040 показана на **рис. 5**. Работает он так. Пульсирующее напряжение с выхода выпрямителя на диодах VD1—VD4 поступает на ограничитель напряжения R2VD5, с которого оно подаётся на затвор полевого транзистора VT1, выполняющего функцию ключа. С движка переменного резистора R4 пульсирующее напряжение поступает на вход микросхемы DA1 (параллельный стабилизатор напряжения), которая работает как компаратор с пороговым напряжением 2,5 В. Когда пульсирующее напряжение превысит 10 В, напряжение на затворе транзистора VT1 будет ограничено этим значением. При этом микросхема DA1 закрыта, поэтому транзистор будет открыт и становится возможной зарядка конденсатора C1. Она продолжается до тех пор, пока пульсирующее напряжение не достигнет такого значения, при котором напряжение на входе микросхемы DA1 превысит 2,5 В. В этот момент ток через микросхему резко увеличивается, напряжение на затворе полевого транзистора уменьшится примерно до 2 В, он закроется и зарядка конденсатора C1 прекратится. Так будет происходить в течение каждого полупериода сетевого напряжения.

Движком резистора R4 можно установить напряжение, до которого будет заряжаться конденсатор C1. Резистор R1 ограничивает бросок тока при зарядке конденсатора, а диод VD6 не допускает его разрядку через элементы регулятора. Подборкой резистора R3 устанавливают минимальное напряжение на конденсаторе C1, а подборкой резистора R5 — максимальное напряжение на этом конденсаторе, а значит, и на светодиодном модуле F6040. От ёмкости конденсатора C1 зависят пульсации его яркости.

Однако у этого регулятора есть, по крайней мере, один недостаток — чувствительность к помехам в сети. Он обусловлен тем, что переключение микросхемы происходит без гистерезиса.

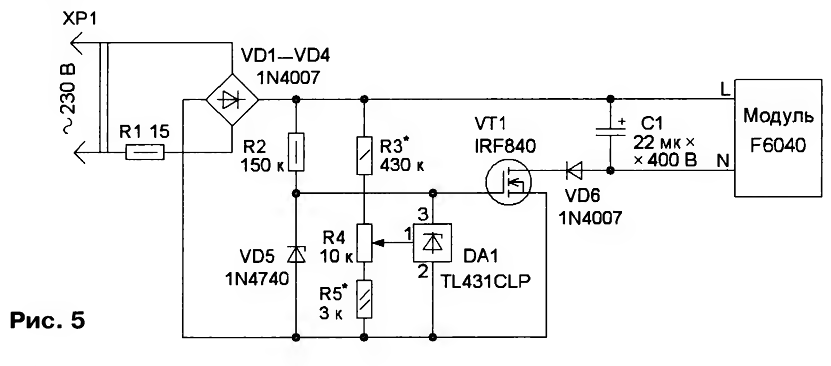


Рис. 5

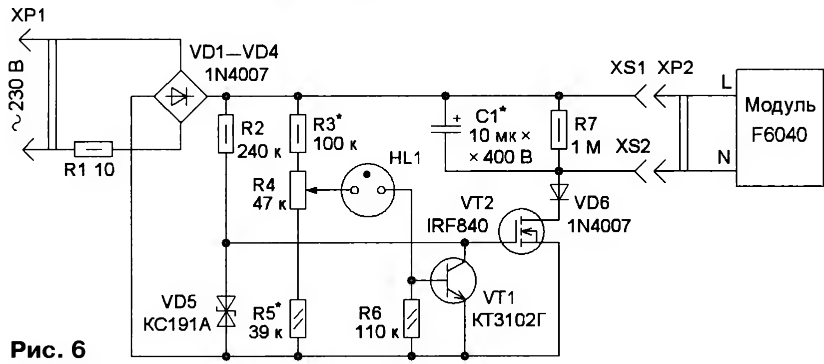


Рис. 6

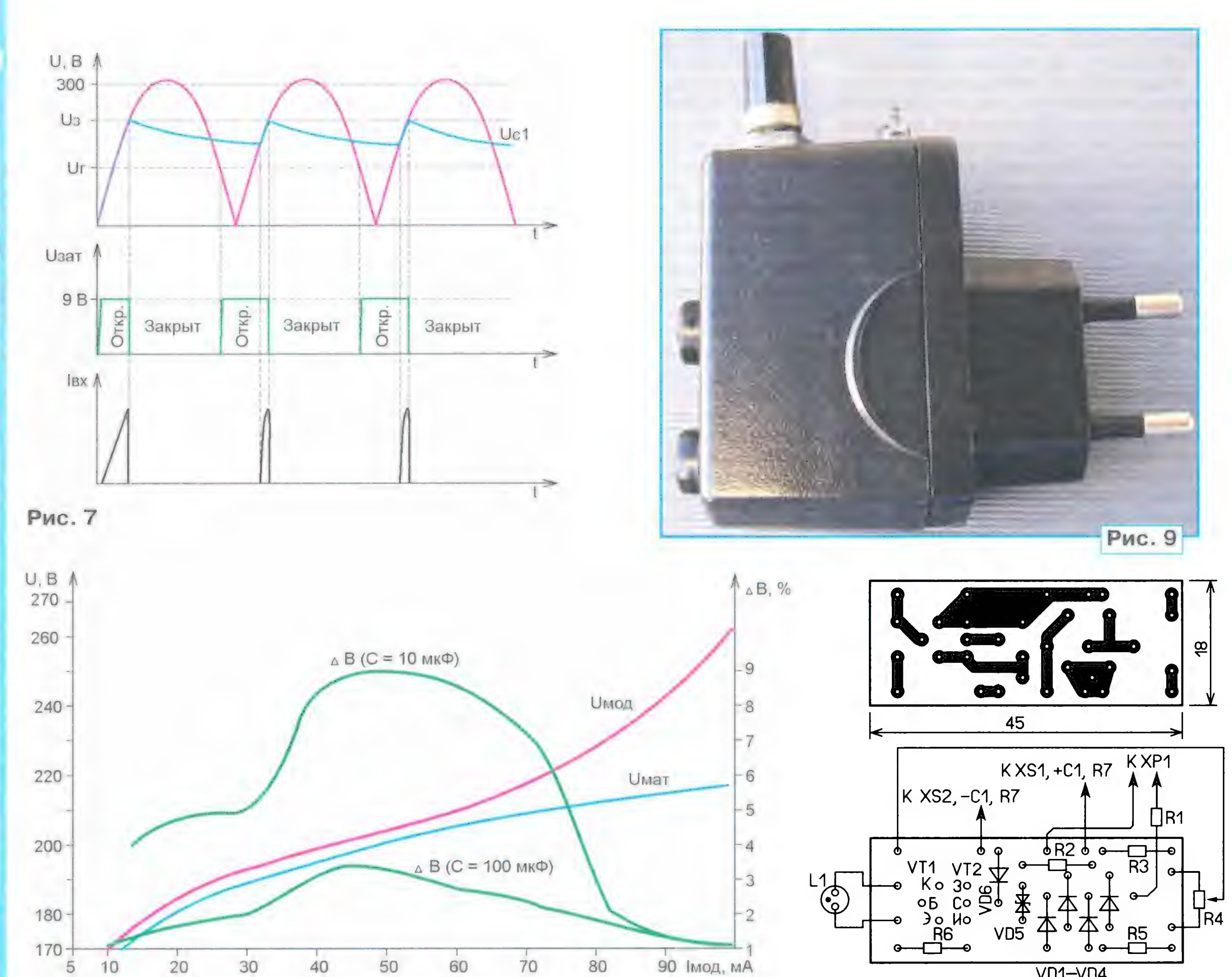


Рис. 7

Рис. 9

Рис. 8

Рис. 10

Схема усовершенствованного регулятора показана на **рис. 6**. Он работает аналогично предыдущему, за исключением того, что в качестве порогового элемента использована газоразрядная лампа HL1, которая, как известно, имеет различные напряжения зажигания и погасания. Такое решение упрощает схему регулятора, а также обеспечивает гистерезис переключения и световую индикацию.

Работу этого регулятора поясняет **рис. 7**, где формы напряжения и тока показаны условно. Красной линией показано пульсирующее напряжение на выходе диодного моста VD1—VD4, амплитуда которого немного превышает 300 В. Напряжение на сглаживающем конденсаторе U_{C1} показано синей линией, а на затворе транзистора ($U_{зат}$) — зелёной. В начале каждого полупериода на затвор транзистора VT2 поступает открывающее напряжение и если конденсатор C1 разряжен, начнётся его зарядка (ток зарядки показан чёрной линией). Так продолжается до тех пор, пока напряжение на неоновой лампе HL1 не достигнет напряжения зажигания $U_з$. После этого через неё начинает протекать ток, в результате чего транзистор VT1 откроется и напряжение на затворе транзистора VT2 станет близко к нулю, он закроется и зарядка конденсатора C1 прекратится. В этот момент питание светодиодного модуля осуществляется только от этого конденсатора, поэтому напряжение на нём плавно уменьшается.

Когда напряжение на выходе диодного моста VD1—VD4 уменьшится до $U_г$ — напряжения гашения неоновой лампы, ток через неё прекращается, транзистор VT1 закрывается, в результате чего транзистор VT2 открывается. Но зарядки конденсатора C1 не будет до тех пор, пока сетевое напряжение не превысит напряжения на конденсаторе C1. При достижении напряжения сети $U_з$ неоновая лампа зажигается и весь процесс повторяется. Напряжение на конденсаторе C1, а значит, на светодиодном модуле, можно изменять переменным резистором R4. Подборкой резистора R3 устанавливают минимальное, а подборкой резистора R5 — максимальное напряжение на конденсаторе C1. Следует учесть, что эти регулировки взаимосвязаны.

Поскольку при регулировке время горения неоновой лампы изменяется, будет меняться и яркость её свечения. Чем больше яркость светодиодного модуля, тем меньше яркость свечения лампы HL1, вплоть до её полного погасания, тогда на светодиодный модуль будет поступать максимальное напряжение.

На **рис. 8** показаны снятые экспериментально зависимости напряжения на светодиодном модуле F6040 ($U_{мод}$), светодиодной матрице ($U_{мат}$) с паспортной мощностью 20 Вт и пульсаций её яркости (ΔB) от общего тока, потребляемого модулем, и ёмкости сглаживающего конденсатора в регуляторе. Из зависимостей видно, что при малой разнице между $U_{мод}$ и $U_{мат}$ пульсации яркости больше. Это обусловлено тем, что в таком случае микросхемные ограничители тока в драйвере работают плохо из-за малого напряжения на них. При небольшой яркости (малом токе) уровень пульсаций мал из-за того, что сглаживающий конденсатор не успевает разрядиться, а при большой — за счёт того, что начинают эффективно работать микросхемные ограничители тока в драйвере модуля. В случае среднего потребляемого тока пульсации яркости максимальны и зависят от ёмкости сглаживающего конденсатора. Поэтому для уменьшения пульсаций ёмкость

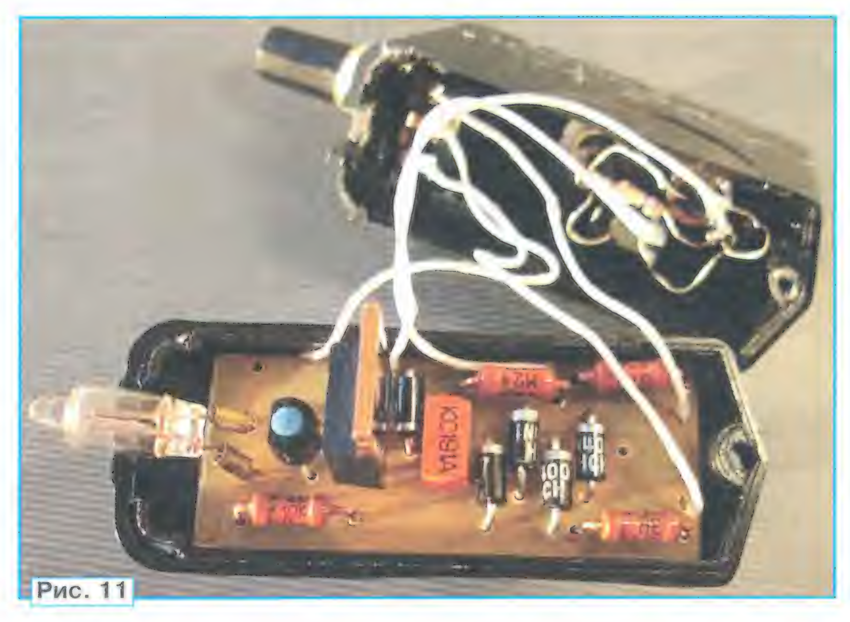


Рис. 11

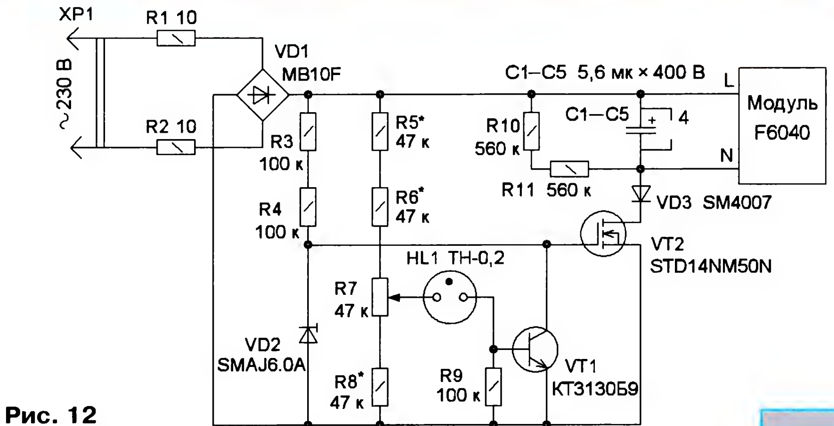


Рис. 12

сглаживающего конденсатора надо увеличить. Но следует учесть, что при увеличении его ёмкости возрастает амплитуда тока зарядки и сокращается её время, а также повышается нагрев полевого (полевых) транзисторов. Из рис. 8 видно, что с увеличением ёмкости сглаживающего конденсатора пульсации существенно уменьшаются. Для примера следует отметить, что измеренный уровень пульсаций лампы накаливания мощностью 60 Вт — около 4 %.

Регулятор, схема которого показана на рис. 6, собран в корпусе зарядного устройства сотового телефона (**рис. 9**). Резистор R1 припаян к одному из штырей штатной вилки XP1 ЗУ, а конденсатор C1 (или два-три соединённых параллельно) и резистор R7 смонтированы на гнездах XS1 и XS2 (ГИ4), которые вместе с резистором R4 установлены на корпусе ЗУ. Остальные элементы установлены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1 мм, её чертёж показан на **рис. 10**. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23 или импортные, переменный резистор — СП4-1, СПО, СП3-4аМ или импортный малогабаритный, конденсатор — импортный. Стабилитрон — любой маломощный с напряжением стабилизации 8...12 В, если применить несимметричный стабилитрон, его катод должен быть соединён с затвором транзистора VT2. Транзистор КТ3102Г можно заменить любым из серии КТ3102. Замена транзистора IRF840 — мощный переключательный полевой транзистор с допустимым напряжением сток—исток не менее 400 В, сопротивлением открытого канала не более 1 Ом и допустимым током стока несколько ампер. Подойдёт, например, транзистор IRFBC40. Неоновая лампа — малогабаритная индикаторная лампа от чайника. После проверки и налаживания её желательно защитить от повреждения прозрачным пластмассовым колпаком соответствующих размеров. Впрочем, лампу можно разместить и внутри корпуса, но тогда она не будет служить индикатором. Внешний вид на монтаж регулятора в корпусе зарядного устройства показан на **рис. 11**.

Налаживание сводится к установке интервала регулировки подборкой постоянных резисторов. Как было отмечено выше, резистором R3 устанавливают нижний предел интервала, а резистором R5 — верхний. Номиналы этих резисторов могут существенно отличаться от указанных на схеме, поскольку они сильно зависят от типа и экземпляра применённой неоновой лампы.

В регуляторе можно применить и элементы для поверхностного монтажа. Вариант схемы для этого случая показан на **рис. 12**. Принцип работы регулятора остался прежним, просто для повышения надёжности взамен одного резистора применены два соединённых последовательно. В качестве корпуса регулятора (**рис. 13**) был использован попавший на глаза пластмассовый корпус с выступом от четырёхконтактного гнезда для подключения проводного телефона. Размеры корпуса без выступа — 15×50×70 мм. Его выбор и определил размеры печатной платы. Поскольку высота корпуса без выступающей части невелика, пришлось вместо одного сглаживающего конденсатора большого размера применить несколько соединённых параллельно конденсаторов с меньшей ёмкостью и размерами. Были использованы конденсаторы от неисправных КЛЛ. В выступе удачно разместились переменный резистор и неоновая лампа.

Печатная плата изготовлена из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, её чертёж показан на **рис. 14**. Здесь взамен стабилитрона применён защитный диод VD2 с номинальным напряжением 6 В, поскольку он был в наличии. Но можно применить любой маломощный стабилитрон с напряже-

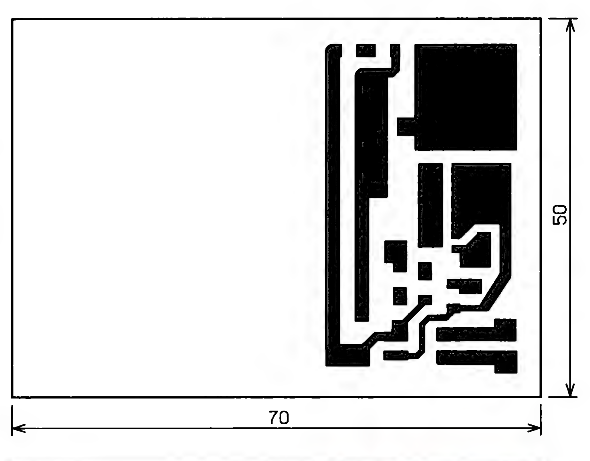


Рис. 13

нием стабилизации 6...10 В. Резисторы R1 и R2 — выводные МЛТ или импортные, их можно разместить в сетевой вилке, переменный — СП3-4аМ, СП4-1, СПО, остальные — постоянные для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Можно применить диодный мост MB4F—MB10F, MB4S—MB10S, транзистор КТ3130Б9 можно заменить любым транзистором серии КТ3130, транзистором BC847 или аналогичным. Замена транзистора STD14NM50N — мощный переключательный полевой транзистор в корпусе DPAK с допустимым напряжением сток—исток не менее 400 В, сопротивлением открытого канала не более 1 Ом и допустимым током стока несколько ампер.

Налаживание сводится к установке нижнего предела интервала регулировки выходного напряжения подборкой резисторов R5 и R6, при этом их сопротивления не должны отличаться более чем на 20 %. Резистором R8 устанавливают верхний предел интервала. После проверки и налаживания все печатные проводники и детали на плате следует покрыть водостойким лаком, имеющим хорошие электроизоляционные свойства.

Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 15**. Её приклеивают к корпусу, конечно, элементами внутрь, поэтому она выполняет ещё и функцию крышки. При использовании другого корпуса конструкция будет, конечно же, другой.



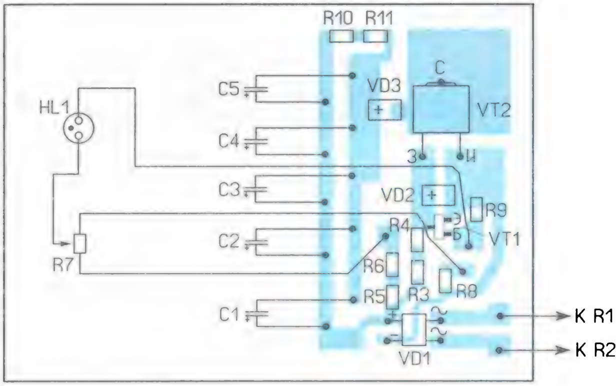


Рис. 14

Следует отметить, что неоновая лампа ТН-0,25 оказалась не очень стабильной и к тому же чувствительной к наводкам на неё. Например, приближение пальца к её стеклянному баллону приводило к заметному изменению яркости свечения светодиодного модуля. Поэтому лучше применить малогабаритную неоновую индикаторную лампу, о которой сказано ранее. В этих регуляторах в случае выхода из строя неоновой лампы (например, произойдёт её разгерметизация) на светодиодный модуль будет поступать постоянное напряжение около 300 В.

Применение регуляторов яркости, описание которых приведено выше, существенно уменьшает пульсации яркости, которые зависят от мощности модуля и ёмкости сглаживающего конденсатора. Одновременно можно повысить КПД светильника на основе светодиодного модуля, поскольку на микросхемах ограничителя тока в модуле можно установить минимально допустимое номинальное напряжение (нижнюю границу). В результате нагрев модуля уменьшится. Для нормальной работы ограничителей тока в драйвере модуля на них должно быть напряжение не менее 5 В. Поэтому для того, чтобы пульсации светового потока были невелики, напряжение на сглаживающем конденсаторе должно быть

$$U_C(В) \ge U_М + U_П + 5,$$

где $U_М$ — номинальное напряжение на светодиодной матрице; $U_П$ — амплитуда пульсаций напряжения на сглаживающем конденсаторе.



Рис. 15

Такие регуляторы можно использовать совместно с другими несколькими параллельно подключёнными светодиодными модулями суммарной мощностью не более 60 Вт, в том числе, например серии F4054 (аналог — 4054 FSTM, предназначенные для освещения рассады), со светодиодными лампами, у который драйвер выполнен на микросхемах — ограничителях тока или с любой маломощной активной нагрузкой, например лампой накаливания или сетевым паяльником мощностью не более 50...60 Вт. Нижний предел регулируемой мощности на ней зависит от тока утечки закрытого полевого транзистора.

Указанная максимальная мощность ограничена параметрами применённых диодов, транзистора и конструкцией регулятора. Для увеличения мощности потребуется применить более сильноточные диоды, а транзистор надо установить на теплоотвод.

Кроме того, следует отметить, если выходное напряжение регулятора будет меньше амплитуды сетевого напряжения, максимум тока не будет совпадать с максимумом напряжения, поэтому "верхушка" синусоиды сетевого напряжения не будет "срезана" и её форма должна улучшиться.

В статье не обсуждался вопрос об охлаждении светодиодных модулей, поскольку они очень чувствительности к перегреву, это — тема отдельной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Светодиодная матрица 6040-F2525 20 Вт. — URL: **https://sestek.ru/id/svetodiodnaya-matrica-6040-f2525-20vt--1700-lm--cob-6000k-175-265v-ac-pf0-9-60x40mm--220v-2309.html** (27.03.20).

2. **Нечаев И.** Индикатор пульсаций яркости осветительных ламп. — Радио, 2015, № 12, с. 41, 42.

3. **Нечаев И.** Регуляторы яркости КЛЛ, и не только... — Радио, 2017, № 4, с. 40—44.

Импульсный металлоискатель

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Москва

Предлагаемый металоискатель предназначен для поиска предметов из цветных и чёрных металлов. Прибор обладает повышенной чувствительностью к цветным металлам, относительно прост конструктивно. Он собран из доступных деталей и обладает хорошей повторяемостью. При использовании поисковых катушек разного размера с его помощью можно разыскивать разные предметы. С катушкой большого диаметра увеличивается доступная для поиска глубина залегания предмета, но уменьшается чувствительность к мелким предметам. По мере уменьшения диаметра катушки чувствительность к мелким предметам растёт, но залегать они должны на небольшой глубине. К недостаткам можно отнести повышенный ток, потребляемый от батареи питания, невозможность определения рода металла и глубины залегания.

Основой металлоискателя стал прибор White's Surfmaster, схему которого можно найти в [1]. Основное отличие — узел обнаружения объекта. В предлагаемой конструкции он построен на компараторе, что позволило упростить прибор.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В . . . . .0...15
Ток потребления (зависит от конструкции катушки), мА . . . . .80...150
Частота повторения импульсов, Гц . . . . .550...650
Дальность обнаружения с катушкой диаметром 20 см (по воздуху), см:
монеты 10 руб. 20
монеты 5 руб. 25

Схема прибора изображена на **рис. 1**. Основные требования к поисковой катушке L1 — жёсткий каркас, отсутствие металлических крепёжных элементов. В связи с тем, что амплитуда импульса на ней может достигать 300 В, а условия её работы экстремальны, изоляция провода, которым она намотана, и проводов длиной около метра, соединяющих катушку с платой, должна быть надёжной. Сечение этих проводов должно быть не менее 1 мм^2. Хорошо подходит провод МГТФ. Готовую катушку необходимо покрыть эпоксидной смолой. Она не должна иметь электростатического экрана.

Для разных задач поиска подходят разные по размерам катушки. В авторском варианте катушка L1 (**рис. 2**) намотана на каркасе от рамочной антенны музыкального центра. Она содержит 22 витка двухжильного телефонного кроссового кабеля ПКСВ 2×0,5. Простая замена катушек невозможна: потребуется подборка резистора R5 и регулировка подстроечных резисторов.

Задающий генератор прибора собран на интегральном таймере DA1 (NE555P) и вырабатывает импульсы, следующие с частотой около 600 Гц, которые с выхода таймера поступают на затвор полевого транзистора VT1

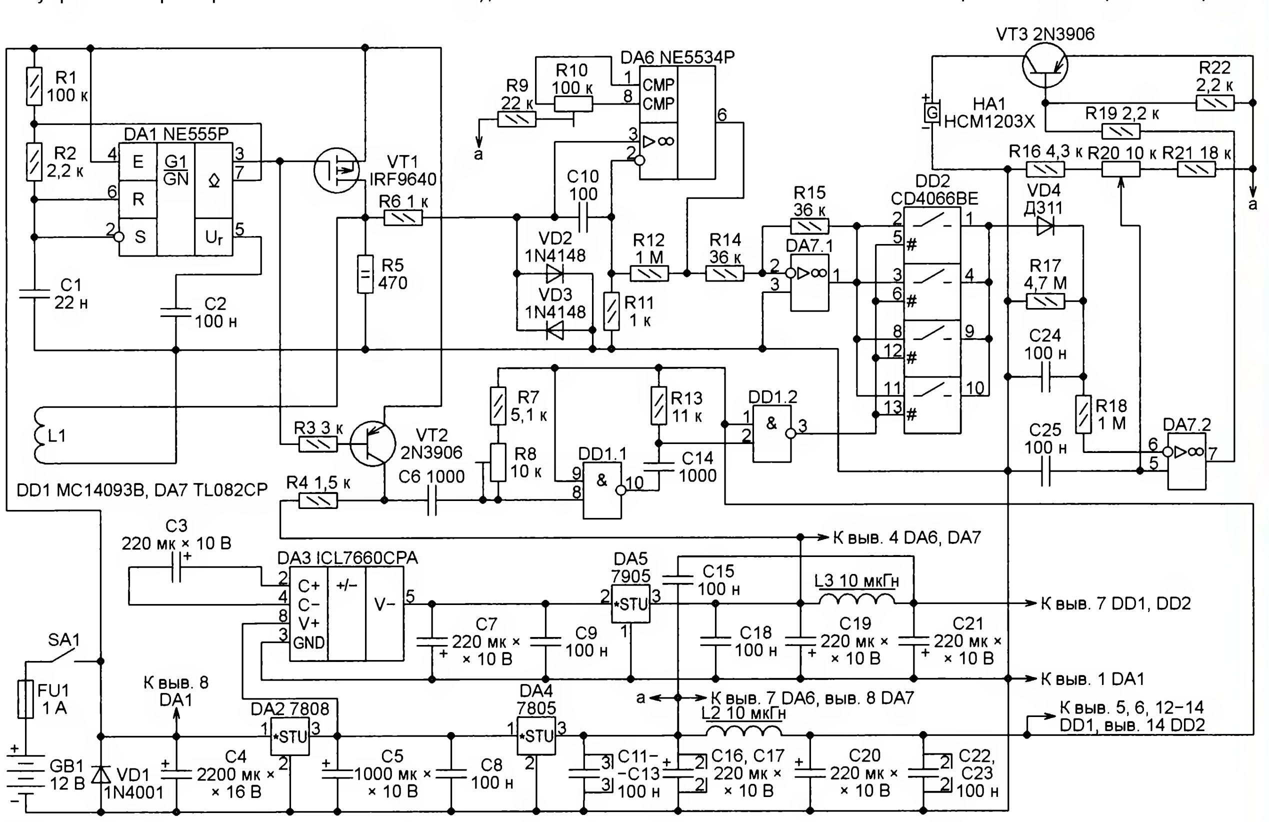


Рис. 1

(IRF9640). Через поисковую катушку L1 текут зондирующие импульсы тока. Резистор R5 подавляет паразитные колебания.

Форма снимаемого с катушки сигнала зависит от наличия или отсутствия вблизи неё металлических предметов. Диоды VD2 и VD3 ограничивают этот сигнал, после чего его усиливает ОУ DA6 (NE5534) и инвертирует ОУ DA7.1 (TL082CP). Далее сигнал поступает на соединённые параллельно для уменьшения проходного сопротивления ключи микросхемы DD2 (CD4066BE). Стробирующие импульсы, открывающие ключи формирует узел на транзисторе VT2 и элементах микросхемы DD1 (MC14093B).

Эти импульсы необходимы для выделения участка зондирующего импульса, наиболее подверженного изменению вследствие воздействия на него металлического объекта. От его длительности также зависит чувствительность к мелким объектам. Импульсы на выходе (выводе 1) ОУ DA7.1 (жёлтые кривые) и стробирующие импульсы на выходе (выводе 3) логического элемента DD1.2 (белые кривые) показаны на **рис. 3** и **рис. 4**. На первом из них — в отсутствие металлического предмета вблизи катушки, а на втором — в его присутствии.

Стробированный сигнал поступает на пиковый детектор из диода VD4, конденсатора C24 и резистора R17, а далее на неинвертирующий вход ОУ DA7.2, служащего компаратором напряжения. На инвертирующий вход этого ОУ подано напряжение с движка переменного резистора R20, задающее порог срабатывания компаратора и, следовательно, чувствительность прибора. При срабатывании компаратора открывается транзистор VT3, который подаёт напряжение на излучатель звука HA1 со встроенным генератором. Подаётся звуковой сигнал обнаружения предмета.

В узле питания прибора применён преобразователь положительного напряжения в равное ему отрицательное DA3 (ICL7660CPA). Оно необходимо для питания ОУ, формирователя стробимпульсов и электронного ключа. Напряжение 12 В батареи питания GB1, меняющееся по мере её разрядки, предварительно стабилизировано на уровне +8 В интегральным стабилизатором DA2. Интегральные стабилизаторы DA4 и DA5 стабилизируют напряжение соответственно в цепях +5 В и –5 В.

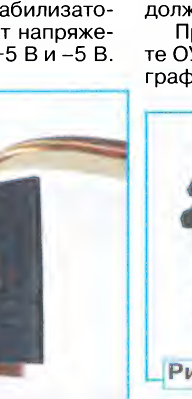


Рис. 2

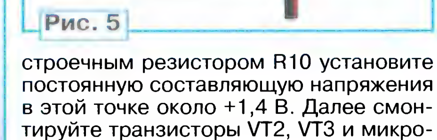


Рис. 5

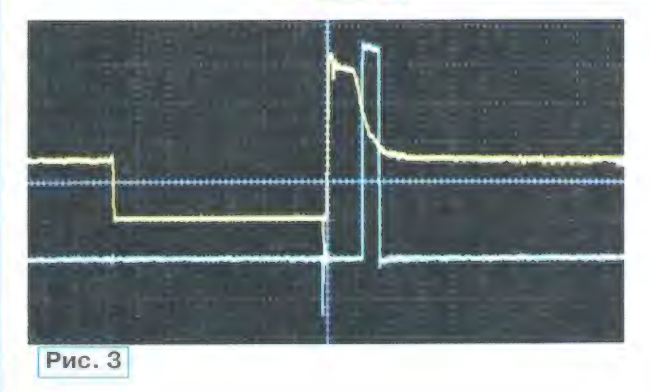


Рис. 3

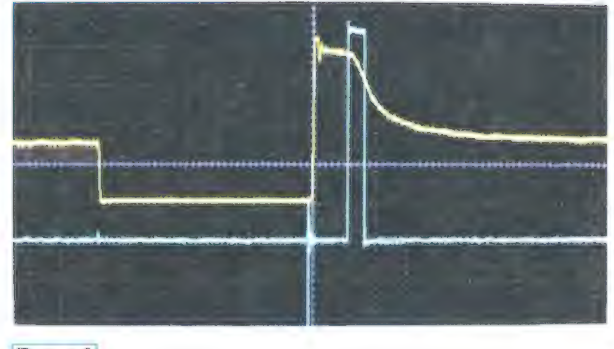


Рис. 4

Для оперативного контроля напряжения батареи в приборе можно установить не показанный на схеме миниатюрный цифровой вольтметр, подобный изображённому на **рис. 5**. Его легко приобрести в Интернет-магазине.

Чертёж печатной платы металлоискателя и схема расположения на ней деталей показан на **рис. 6**. Её монтаж и налаживание прибора желательно объединить.

Сначала установите на плату все пассивные элементы (резисторы, конденсаторы и дроссели) кроме переменного резистора R20, а также диоды. Затем — преобразователь полярности DA3 и интегральные стабилизаторы DA2, DA4, DA5, после чего подайте напряжение 12 В. Проверьте наличие напряжений +8 В, +5 В и –5 В на контактах питания микросхем. После этого установите таймер DA1. С помощью осциллографа убедитесь, что на его выводе 3 имеются импульсы амплитудой 12 В и частотой около 630 Гц.

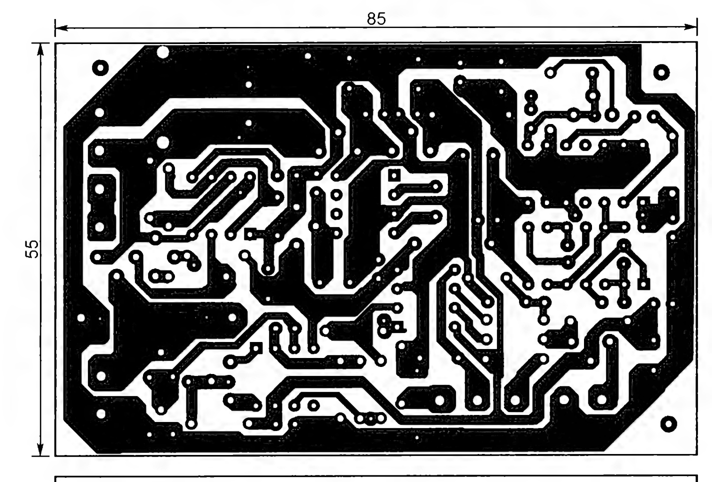
Установив транзистор VT1, подключите катушку L1, а параллельно ей — вход осциллографа. Подайте питание. Амплитуда импульса отрицательной полярности должна достигать 200...300 В. Подбирая сопротивление резистора R5, добейтесь минимума "звона" на вершине импульса. Использование в процессе подборки проволочных резисторов, в том числе подстроечных, нежелательно, поскольку они обладают заметной индуктивностью. Мощность резистора должна быть не менее 2 Вт.

При отключённом питании установите ОУ DA6 и DA7. Контролируя осциллографом сигнал на выводе 1 DA7, подстроечным резистором R10 установите постоянную составляющую напряжения в этой точке около +1,4 В. Далее смонтируйте транзисторы VT2, VT3 и микросхему DD1. Длительность стробирующих импульсов на её выводе 3 должна быть 10...14 мкс. При необходимости установите её подборкой резистора R13.

Установите микросхему DD2, подключите переменный резистор R20 и звукоизлучатель HA1. Движок переменного резистора должен быть в среднем положении. Регулировкой подстроечного резистора R8 добейтесь выключения звукового сигнала. Если поднести к катушке L1 металлический предмет, сигнал должен включиться.

При наличии двухканального осциллографа налаживание упростится. Вход первого канала подключите к выводу 1 микросхемы DA7, а второго — к выводу 3 микросхемы DD1. Наблюдая, как изменяется импульс сигнала при приближении к катушке L1 металлического предмета, подстроечным резистором R8 установите строб в зону наибольшего изменения. Далее движок переменного резистора R20 установите в среднее положение, а затем его регулировкой добейтесь прекращения звука в отсутствие металлического предмета. При появлении его в зоне катушки должен раздаться звуковой сигнал.

В процессе налаживания посторонние металлические предметы



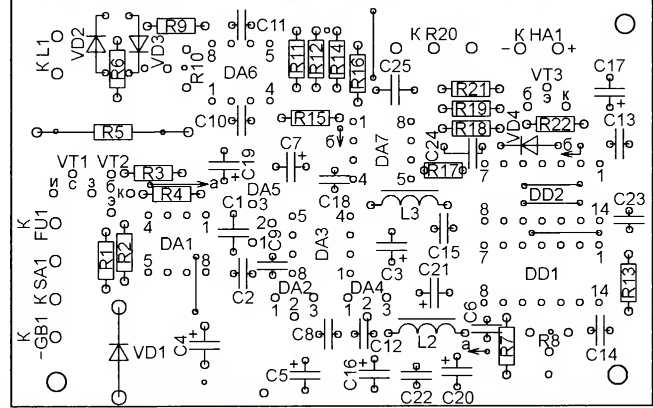


Рис. 6

должны быть возможно дальше от катушки.

Предварительное налаживание можно проводить, питая прибор от лабораторного источника напряжения 12 В, а окончательное с использованием того источника (гальванической или аккумуляторной батареи), который будет использоваться при реальном поиске.

Готовя металлоискатель к работе, поднимите поисковую катушку на метр от земли и включите прибор. После установки движка переменного резистора R20 в наиболее близкое к включению звука положение можно начинать поиск. В его процессе возможна дополнительная регулировка порога срабатывания, обеспечивающая наилучшие результаты.

Много полезной информации об устройстве металлоискателей можно найти в [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Принципиальная схема металлоискателя White's Surfmaster. — URL: **https://vrtp.ru/screenshots/3041_surf_pi_schematic.jpg** (05.04.2020).

2. **Overton G., Moreland C.** Inside the Metal Detector. — Corvallis, OR: Geotech Press, 2015.

***От редакции**. По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/05/md.zip** имеется файл печатной платы металлоискателя в формате Sprint Layout 6.0.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

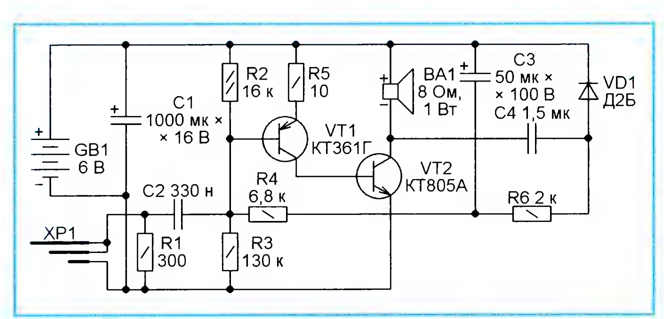
Усилитель вызывного сигнала сотового телефона

В. МАТВЕЕВ, г. Салават, Башкортостан

При работе на дачном участке громкость вызывного сигнала (звонка) сотового телефона нередко оказывается недостаточной для того, чтобы услышать его, находясь на удалённом от телефона краю этого участка. Решить проблему поможет усилитель, собранный по схеме, изображённой на **рисунке**. Его питание — автономное от любой батареи напряжением 6 В.

В режиме ожидания транзисторы VT1 и VT2 усилителя закрыты. Небольшое постоянное смещение, поступающее на базу транзистора VT1 через делитель напряжения из резисторов R2 и R3, лишь удерживает транзисторы на грани открывания. Поэтому в дежурном режиме сколько-нибудь заметный ток от батареи GB1 не потребляется, а выключатель питания усилителю не нужен.

На гнездо сотового телефона, предназначенное для подключения головных телефонов, обычно поступает и сигнал вызова. Если подключить к этому гнезду штекер XP1 усилителя, положительные полупериоды вызывного сигнала станут открывать транзистор VT1 а с ним и VT2. На коллекторе последнего появится переменное напряжение. Выпрямленное диодом VD1 и сглаженное фильтром R6C3, оно через резистор R4 поступит на базу транзистора VT1 и выведет рабочую точку усилителя на линейный участок. Сигнал вызова без искажений будет воспроизведён динамической головкой BA1. По окончании сигнала конденсатор C3 разрядится и усилитель вернётся в дежурный режим.



Если сотовый телефон оснащён радиоприёмником FM-диапазона, этот усилитель сможет с довольно высоким качеством воспроизводить и музыку.

Все детали усилителя вместе с батареей GB1 из четырёх гальванических элементов могут быть размещены в корпусе абонентского громкоговорителя. Ток, потребляемый от батареи, во время звучания вызывного сигнала не превышает 0,5 А. Диод и транзисторы можно использовать с любыми буквенными индексами. Конденсаторы C1 и C3 должны быть с минимальным током утечки.

Если параллельно динамической головке BA1 подключить через резистор светодиод (катодом к коллектору транзистора VT2), звуковой сигнал вызова будет дополнен световым.

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ПУРЫНЫЧЕВ А. Защитное устройство для домашней злектросети. — Радио, 2019 № 9, с. 39—41.

Печатная плата (рис. 3)

Наш читатель **Ф. Ахматов** (Украина) разработал свою конструкцию защитного устройства в корпусе KLS24-JG4-01. Она собрана на двух печатных платах из стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертежи печатных плат и расположение элементов приведены на **рис. 1, рис. 2.** На первой плате расположены клеммники XT1—XT4, конденсатор C2, резистор R1 и реле K1. На второй плате расположены остальные элементы.

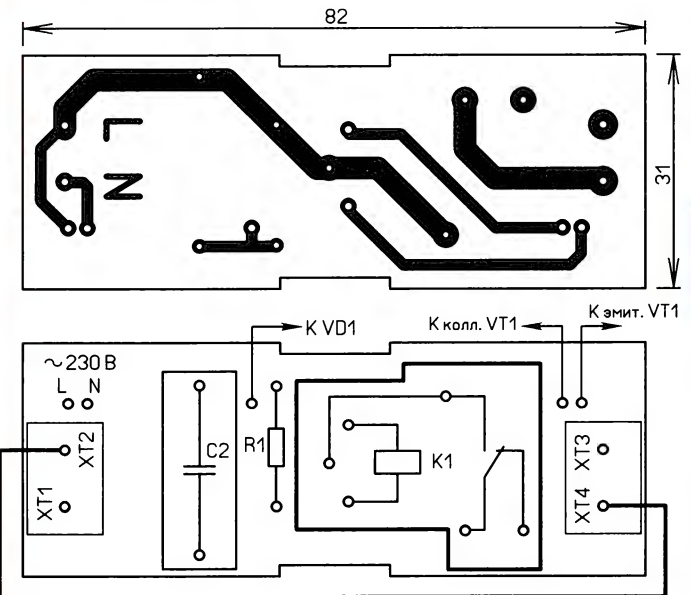


Рис. 1

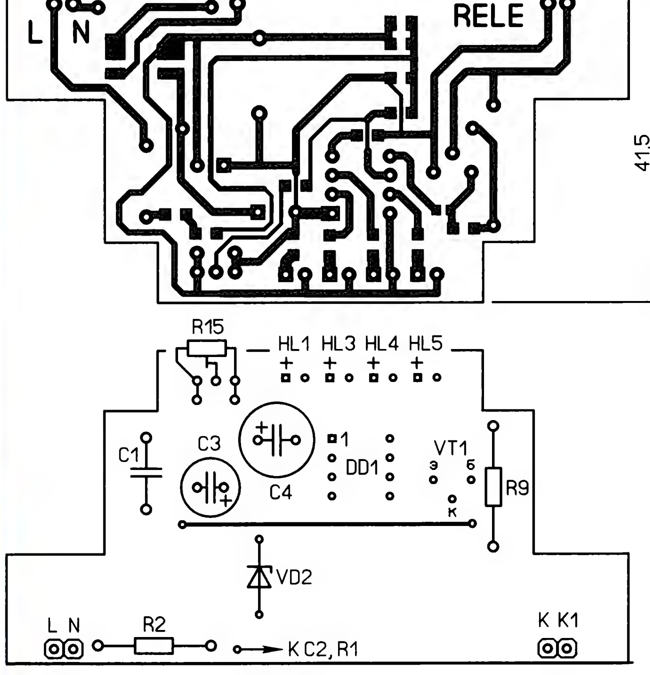


Рис. 2

Предусмотрена возможность установки дополнительного подстроечного резистора R15 (вместо переменного в статье) — фирмы Bourns серии 3296 с индексом W, Y, X. Реле — SLA-24VDC-SL-A Резисторы R1, R2 и R9 — выводные, остальные — поверхностно монтируемые типоразмера 1206. Разъёмы XT1—XT4 — клеммник винтовой, двух контактный, 7,5 мм, прямой.

Конструктивно платы соединены между собой под углом 90° с помощью двух угловых вилок PLS-2 2,54 мм. Вилки монтируют пайкой в отверстиях "L N" и "K K1" на второй плате, а концы штырей вилок — в отверстиях "L N" и "K колл. VT1, K эмит. VT1" на первой плате.

После сборки и отладки трёх собранных устройств читатель отметил следующее:

— подборка резисторов R4 и R7 не потребовалась;

— установка подстроечного резистора необходима, подключать, как указано в статье;

— налаживать устройство без отключения резистора R3;

— переменное напряжение на выводе 6 микроконтроллера при наладке контролировать осциллографом.

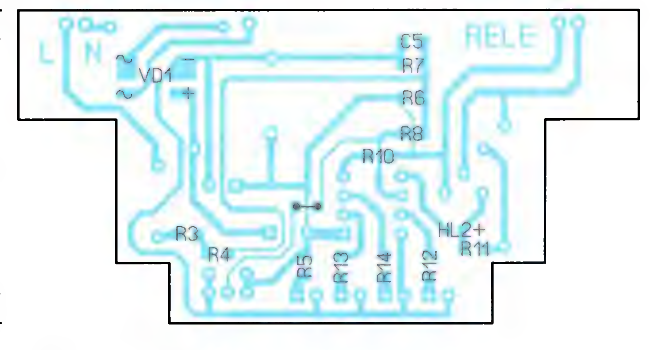
*От редакции. Чертежи печатных плат в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/05/zu.zip***

НЕФЁДОВ В. Универсальное микроконтроллерное зарядное устройство. — Радио, 2016, № 9, с. 30, 31.

Программирование EEPROM.

В ячейке по адресу 02H EEPROM микроконтроллера DD1 записана константа для вычисления напряжения, по адресу 03H — константа для вычисления тока. Значения этих констант могут отличаться от указанных в статье и приведены лишь для того, чтобы на индикаторе отображались более-менее реальные значения тока и напряжения. После проведённой калибровки, как описано в статье, в этих ячейках будут правильные значения.

В авторском варианте после калибровки эти константы равны: по адресу 02H — CCH, по адресу 03H — 64H.



ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

МОРОЗ К. Термостат для подсобного хозяйства. — Радио, 2020, № 3, с. 43, 44.

О резисторе R3.

В тексте статьи (с. 44, левая колонка, второй абзац сверху) написано: "Вместо резистора R3 временно устанавливают подстроечный резистор сопротивлением 10 кОм..." Это предложение следует читать: "Вместо резистора R2 временно устанавливают подстроечный резистор..." Далее — по тексту.

ДЕМЧЕНКО Б. Измеритель ёмкости конденсаторов. — Радио, 2020, № 3, с. 17—20.

О микросхеме КР572ПВ2А

Проводник, идущий от вывода 21 микросхемы DD1 КР572ПВ2А к переключателю SA1.4, следует дополнительно соединить с общим проводом, например, с выводом 1 микросхемы DA13.

Мемориал "Память" — 2019



В мемориале "Память", проводимом редакцией журнала "Радио" совместно с Союзом радиолюбителей России, нет традиционных призов — кубков, медалей, плакеток. Основной смысл мемориала заключается в том, чтобы работой в эфире вспомнить ушедших из жизни радиолюбителей и чтобы, пусть только в контрольных номерах, вновь прозвучали позывные ушедших коротковолновиков. Победители и призёры мемориала получают памятные дипломы редакции журнала "Радио".

Среди тех, кто работал телеграфом, наиболее активным был Анатолий Медов (R3EC), участвовавший в мемориале в память об **Энвере Эйнуловиче Агаеве (UA3ERD)**, на втором месте — Александр Ганин (RT3T), который работал в память об **Александре Николаевиче Трофимове (UF6CR)**, на третьем — Ирина Черная (RU3XY), работавшая в память о **Владимире Семёновиче Могилёве (UA3XAN)**.

Чермен Гулиев (UA3BL), работавший в память об **Александре Сергеевиче Нилове (UA3QO)**, оказался лучшим среди проводивших связи телефоном, на втором месте — Василь Арсланов (RA9SF), работавший в память об **Ильсуре Натфулловиче Зиннатуллине (R8TR)**, на третьем — Виктор Акулин (RK6K),

SINGLE_OP MEMORY CW

1	R3EC	UA3ERD	126	14644
2	RT3T	UF6CR	124	14267
3	RU3XY	UA3XAN	103	12175
4	RW3X	UK8AU	86	10030
5	RK3ER	UA3EZ	84	9744
6	RN9RF	UA9RE	79	9107
7	RN4SS	UA4SX	78	8828
8	RW0AJ	UN8PA	76	8754
9	R1NW	RN1NK	74	8446
10	EW8OM	EW8OB	74	8423
11	RA3AGF	UA3AOO	72	8322
12	R5KV	RA6XN	66	7577
13	UA3QAM	U3QD	66	7542
14	RN4SC	UA4KSA	66	7492
15	EU8F	EW8RT	61	6855
16	R3OR	UA3QCH	51	5725
17	SD1A	SM1WXC	49	5482
18	R7AY	RV6AB	44	5391
19	UT5IZ	UT6IS	44	5135
20	UA4YAD	UA4YBA	45	5123
21	UA4FDL	R4FA	38	4435
22	R7KA	UB5SP	36	4324
23	RA3ST	UA3SBD	35	4247
24	R1ND	UA1NYL	36	4004
25	RA3XCZ	UA3XAN	33	3902
26	R1NI	UA1NDK	31	3594
27	RN3S	RW3DIT	31	3498
28	RW9AV	UA9AB	29	3417
29	R1QE	RU9WZ	28	3346
30	UA1CUR	UW1BQ	29	3268
31	RX3PR	UA3PAD	23	2608
32	EV6Z	EW6AX	22	2539
33	RQ7R	U5EX	22	2497
34	R0AFF	UA0ABV	20	2395
35	RA0AR	U0AL	19	2220
36	RK1NA	RN1NBB	16	1895
37	RV3M	UA4KAC	15	1660
38	RA1AL	UA1FV	14	1485
39	RA3TT	UV3TQ	11	1275
40	RK3TD	UA3TN	12	1247
41	RW0UM	R0DW	10	1228
42	YL3FW	YL2FB	10	1163
43	UA3DER	UA3DLG	9	1064
44	UA9XO	UA9XD	9	1030
45	UA0SBQ	UA0SY	8	906
46	RL6MF	UA2AW	7	904
47	RM3G	RA3GAM	4	490
48	RA3VE	RW3VU	4	488
49	UA3DSS	UA3VAR	4	376
50	UN7ID	UN7IU	3	285

SINGLE_OP MEMORY SSB

1	UA3BL	UA3QO	70	7766
2	RA9SF	R8TR	67	7581
3	RK6K	UT5LQ	60	6430
4	RN3B	R7RAA	52	5747
5	RA3DAD	RZ3DSD	51	5626
6	R9FBM	RA9ACO	52	5510
7	RW3DU	UW3FW	39	4357
8	RT1S	RM3UA	40	4195
9	UA0SU	JT1AN	36	3719
10	RU9SB	RU9SF	29	3333
11	RA9UAD	UA9VB	15	1678
12	R2EL	R3EX	11	1293
13	RA3DQP	RX3AHM	12	1253
14	UA1ABJ	UA1NM	10	1203
15	EW8FG	EW8MM	9	1033
16	UA3ABR	UA3CA	8	826
17	4Z5KZ	R1CC	1	142

SINGLE_OP MEMORY MIX

1	RK8I	RQ9I	164	18620
2	RL4A	RW4AA	159	18252
3	RU6DX	UA6CL	146	16668
4	R0AA	RW0AS	140	15617
5	UA4AQL	RW4AK	131	14754
6	R9OK	UA0YO	113	13121
7	RA9DZ	RA9CCU	113	12543
8	UI8C	UA9CI	97	10762
9	UN8PT	UN8PQ	90	10552
10	RA7A	RN6AX	95	10493
11	RM2U	RU3UA	85	9827
12	UA3VLO	UA6XDI	74	8589
13	RW3AI	UA3AAP	76	8371
14	RA7R	RU6YC	65	7590
15	RO9O	UA9OA	66	7574
16	RL3T	RW3TD	65	7410
17	RX9UK	UA9UDX	55	6236
18	UN7FW	RU9AZ	51	5952
19	RZ9UO	U9UU	44	5270
20	UA3DLD	RZ3DSD	42	4709
21	RA0AY	UA9AB	40	4395
22	UA0UY	UA0VF	31	3684
23	RM1F	UA1AAF	26	2876
24	R9QQ	RW9RO	24	2872
25	R9CD	U9CN	20	2375
26	RK9AK	UW9AF	20	2282
27	RU3MS	UA1OE	12	1367

28	RZ9M	UA9MGC	10	1185
29	UA3X	UA3XT	10	1099

MULTI_OP MEMORY

1	RN3F	RW3AZ	150	17057
2	R0AK	RA0AC	115	13178
3	UA3A	RA3DOL	91	10868
4	RK4HYT	RZ4HL	82	9163
5	RT5G	UA3GHA	46	5139
6	RN5X	UA3XAL	35	4233
7	RD1A	UA1AAF	29	3347
8	RC9MAA	RV9MO	28	3085

SINGLE_OP

1	R7MM		159	18266
2	RA3NC		65	7317
3	UA9SMU		61	6890
4	R3AAA		59	6754
5	UA4CNJ		55	6174
6	UA6HFI		23	2647
7	RT8O		21	2448
8	UA9R		23	2238
9	UA4PAQ		17	1898
10	RA1AGJ		12	1435
11	R2GB		12	1209
12	R2AJA		6	660
13	RD1T		3	177

MULTI_OP

1	RK9CYA		83	9225
2	RM3ZF		58	5612
3	RZ5Z		29	2894
4	RJ3ZC		21	1852

SWL

1	R9O-11		10	1213

работавший в память о **Александре Ивановиче Морозове (UT5LQ)**.

У работавших телеграфом и телефоном на первом месте — Олег Асанов (RK8I), работавший в память о **Юрии Владимировиче Шумкине (RQ9I)**, на втором — Николай Орехов (RL4A), участвовавший в мемориале в память об **Артуре Витальевиче Сиволобове (RW4AA),** на третьем — Валерий Неснов (RU6DX), работавший в память о **Георгии Григорьевиче Соколе (UA6CL)**.

Среди коллективных радиостанций наиболее активной была московская команда RN3F, выступавшая в составе Олега Путкова (RK3AW) и Сергея Блинова (RZ9SZ). Они работали в эфире в память об **Александре Васильевиче Скуридине (RW3AZ)**. На втором месте — команда коллективной радиостанции R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края в составе Григория Аникина и Артёма Васюка, работавшая в память о **Викторе Александровиче Липском (RA0AC)**, на третьем — команда из г. Москвы в составе Владимира Злыднева (UA3A) и Владимира Блинкова (RN3BL), работавшая в память о **Викторе Ивановиче Вавилове** (RA3DOL).

В минувшем году в мемориале "Память" приняли участие около 150 радиолюбителей. Мы благодарим всех коротковолновиков, кто принял участие в этом мероприятии в эфире и прислал отчёты, для кого слова "память сердца" — это не пустой звук. Технические результаты участников приведены в **таблице** (*начало см. на с. 53*) по группам: занятое место, позывной, позывной SK, число связей, итоговый результат.

Коротковолновик — Герой Советского Союза

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Среди послевоенных коротковолновиков двое были удостоены высокого звания Герой Советского Союза. Первый — Эрнст Теодорович Кренкель (RAEM, в 1938 г. — за экспедицию "Северный полюс" в 1937—1938 гг.), а второй — Александр Герасимович Батурин (21.07.1915 — 29.11.1985) [1].

<u>Примечание</u>: Правда, был ещё один — Евгений Константинович Фёдоров (в 1927—1928 гг. — 76RB), которому было присвоено это звание одновременно с Э. Т. Кренкелем [2].

В начале войны А. Батурин воевал в составе военно-воздушных сил (ВВС) Балтийского флота.

Александр Герасимович Батурин участвовал в Сталинградской битве.

К 9 мая 1945 г. гвардии капитан 10-го гвардейского истребительного авиационного полка ВВС Балтий-



Александр Герасимович Батурин — старший лейтенант (начало 1940-х годов).



На аэродроме под Ленинградом (1942 г.). А. Батурин — второй справа.



Александр Герасимович Батурин (1943 г.).



QSL-карточка UA9SDA.



Александр Герасимович Батурин (первая половина 80-х годов).

ского флота А. Г. Батурин совершил 543 боевых вылета, провёл 84 воздушных боя, сбил лично 9 и в группе 13 самолётов противника.

Его боевые заслуги были отмечены правительственными наградами. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 23 октября 1942 г. ему было присвоено звание Герой Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали "Золотая Звезда" (№ 751). Александр Герасимович был награждён орденами Красного Знамени — дважды (в 1941 г. и в 1944 г.) и Отечественной войны I степени (в 1985 г.) и многими медалями.

В 1948 г., по состоянию здоровья, А. Г. Батурин вышел в отставку в зва-

УА4ХИ

Ваши сигналы слышал 15.II 1949

в 0830 МСК с RST ____

на 20 м.

Передатчик 100 ватт ____

Приемник 11 ламп.

73. Оператор ____

Прошу Вас прислать карточку:
СССР, Москва, п. я. 88__

СССР, Москва



QSL-карточка UA4HI.

нии гвардии-майора и в г. Альметьевске (Татарская АССР) выходил в эфир позывным UA4HI.

<u>Примечание</u>: Наблюдательский позывной URSB-5-854 принадлежал харьковчанину Юрию Броверу (позже — UB5LM, ныне — DL9LM).

В 60-х годах А. Г. Батурин переезжает жить в г. Актюбинск (Казахская ССР). Выходит в эфир сначала позывным RL7AAG, а затем — UL7IAA [3, с. 271].

Во второй половине 70-х — начале 80-х годов Александр Герасимович переезжает жить в пос. Малый Зайкин (Первомайский район Оренбургской области) и получает позывной UA9SDA (позже: UW9SD, U9SD).

До 1983 г. Александр Герасимович Батурин работал сначала в Аэрофлоте, а затем в ДОСААФ.

А. Г. Батурину было присвоено звание мастера спорта СССР, он был награждён значком "Почётный радист".

О боевом пути полковника в отставке А. Г. Батурина упоминается в журнале "Радио" [4, с. 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Батурин, Александр Герасимович. — URL: **https://ru.wikipedia.org/wiki/Батурин,_Александр_Герасимович** (30.03.20).

2. Георгий Члиянц (UY5XE). Коротковолновик — будущий академик. — Радио, 2018, № 4, с. 48, 49.

3. Центральный радиоклуб СССР. Список позывных любительских коротковолновых и ультракоротковолновых радиостанций СССР. — М: ДОСААФ, 1973, 384 с.

4. **Е. Турубара**. Это были обыкновенные труженики войны... — Радио, 1984, № 5, с. 6, 7.

Обратная связь

В статье **Георгия Члиянца** "Николай Валентинович Казанский (UA3AF) — один из организаторов радиолюбительского движения" ("Радио", 2020, № 4, с. 47—49) подпись к шаржу на с. 49 следует читать: "Первый чемпионат мира по "Охоте на лис" (о. Лидинго, Швеция). Дружеский шарж на тренера Н. В. Казанского и чемпиона мира на диапазоне 144 МГц Александра Акимова (UA3AHA, позже — UA3AG)".

75 ПОБЕДА! 1945–2020

Москвичи — ветераны Великой Отечественной войны

Во время открытия музея РКК, 2000 год



<u>Слева—направо, стоят</u>: Валентин Кудряшов (U3FI), Вадим Кононов (U3HB), Владлен Чулков (U3GC), Константин Шульгин (U3DA), Арнольд Гриф (редактор журнала "Радио") и ? Орлов (см. *примечание*), <u>сидят</u>: Борис Карпов (U3AQ), Николай Маликов (U3CN) и Калист Жемчугов (U3HV).

Примечание UY5XE: В "Списке позывных любительских коротковолновых и ультракоротковолновых радиостанций СССР" (М: ДОСААФ, 1973, 384 с.) приведены два Орлова из Москвы: с. 88 — В. В. Орлов (UW3BW) и на с. 90 — А. Ф. Орлов (UW3GY).

*Фотография из архива **Бориса Степанова (RU3AX).***

Материал подготовил

Г. Члиянц (UY5XE),

г. Львов, Украина

Приспособление для правки тонких свёрл

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Для сверления отверстий в печатных платах обычно используют сверла диаметром 0,7...1,5 мм. При этом качество отверстий существенно зависит от заточки сверла. Если оно тупое, сделать точное и тонкое отверстие в плате будет затруднительно. К сожалению, сверла довольно быстро тупятся, поэтому приходится приобретать новые или производить их правку (заточку). При этом в большинстве случаев требуется совсем небольшая правка или заточка режущей кромки сверла. Делать это с помощью станка с наждачным кругом неудобно, поскольку при большой мощности и скорости вращения легко "перестараться" и сточить лишнее. А делать это вручную с помощью, например наждачного бруска, неудобно.

Поэтому для правки тонких свёрл удобнее использовать мелкозернистую наждачную бумагу, закреплённую на маломощном электродвигателе. В качестве такого двигателя удобно использовать вентилятор от компьютерной техники желательно с максимально большим диаметром ротора, на котором размещены лопасти. Такой вентилятор от компьютерного блока питания размерами 25×80×80 мм оказался под рукой и был доработан. Суть доработки заключается в аккуратном удалении пластмассовых лопастей (**рис. 1**). Затем на поверхность ротора следует наклеить мелкозернистую наждачную бумагу, которую затем можно отрезать "по месту", а при необходимости её нетрудно и заменить.

Для удобства правки можно изготовить простую направляющую в виде прямоугольного уголка из листа пластмассы толщиной 2...3 мм, длиной около 100 мм и шириной стороны 20 мм. Направляющую устанавливают

Рис. 1



Рис. 2



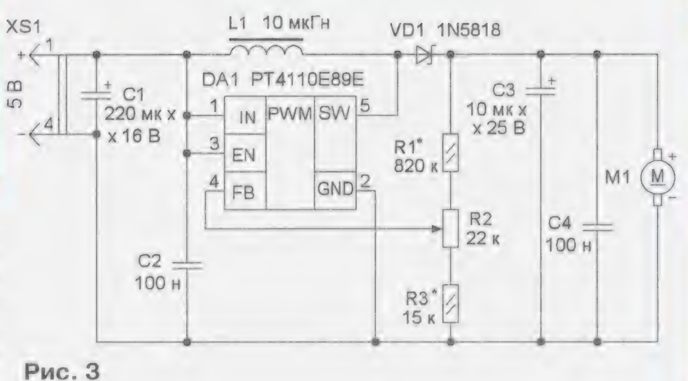


Рис. 3

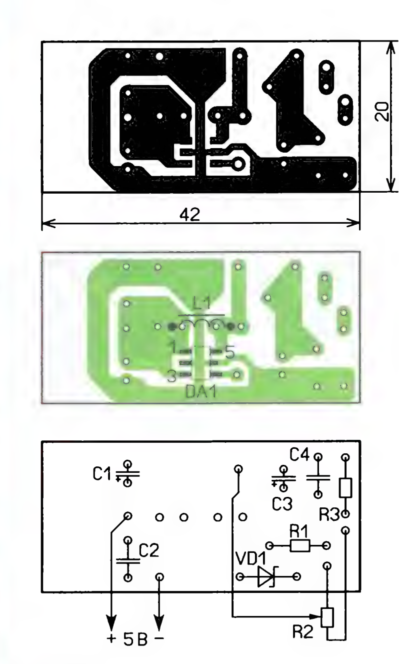


Рис. 4

на вентилятор (**рис. 2**), в паз укладывают сверло, перемещая в пазу и прижимая к наждачной бумаге, проводят его заточку. При этом угол заточки будет около 90°, что рекомендовано для сверления стеклотекстолита и других пластмасс.

Для повышения удобства пользования таким устройством желательно иметь возможность изменять скорость вращения электродвигателя. Для этого его можно питать от регулируемого лабораторного блока питания. При изменении напряжения в интервале 7...15 В можно получить различную скорость вращения и выбрать наиболее подходящую для правки свёрл различного диаметра.

Но чтобы сделать устройство более универсальным, желательно ввести в него регулируемый повышающий преобразователь напряжения. Это позволит питать устройство от напряжения 5 В, которое широко распространено и доступно на практике. С таким выходным напряжением есть много сетевых источников питания, в том числе ЗУ для сотовых телефонов и других гаджетов, лабораторные блоки питания, снабжённые USB-разъёмом с напряжением 5 В, а также внешние аккумуляторы (Power bank). Это позволит не привязываться к регулируемым блокам питания и сделать устройство более автономным.

Для построения повышающего преобразователя напряжения можно применить различные микросхемы. Один из вариантов — микросхема серии PT4110, которая предназначена для драйверов питания светодиодов и светодиодных матриц с номинальным напряжением до 35 В. Такой драйвер представляет собой повышающий преобразователь напряжения со стабилизацией выходного тока для питания светодиодов. Но на этой микросхеме можно сделать и регулируемый повышающий преобразователь напряжения для питания электродвигателя вентилятора. Особенность микросхемы этой серии — высокая частота преобразования — 1,2 МГц. Потому для преобразователя можно применить малогабаритный накопительный дроссель и конденсаторы небольшой ёмкости. Входное напряжение микросхемы — 2,7...5,5 В.

Схема преобразователя на этой микросхеме в корпусе SOT89-5 показана на **рис. 3**. Питается преобразователь от напряжения 5 В, конденсаторы C1 и C2 обеспечивают подавление пульсаций при работе преобразователя. Конденсаторы C3 и C4 сглаживают выпрямленное диодом VD1 импульсное напряжение на выходе микросхемы DA1. Регулировка выходного напряжения в интервале 8...18 В осуществляется переменным резистором R2.


Рис. 5

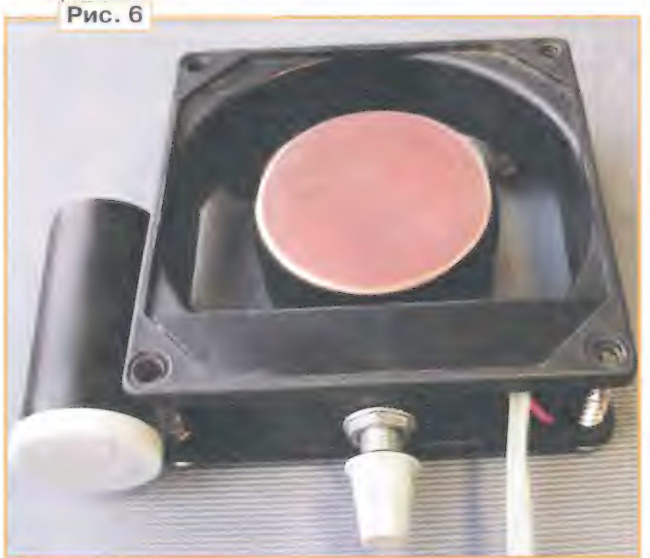

Рис. 6

Чертёж печатной платы, на которой размещены большинство элементов, показан на **рис. 4**. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, переменный — СП3-4аМ или PTD901 фирмы Bourns, оксидные конденсаторы — импортные низкопрофильные, остальные — плёночные или керамические импортные. Диод можно применить быстродействующий (импульсный) с допустимым обратным напряжением не менее 30 В. Дроссель — для поверхностного монтажа серии B82472G6 фирмы TDK или аналогичный, он вместе с

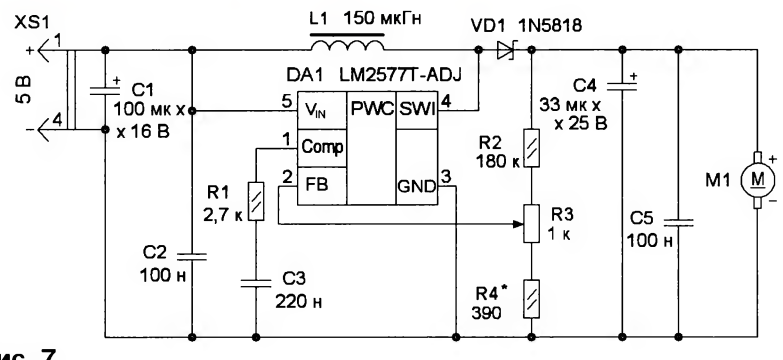


Рис. 7

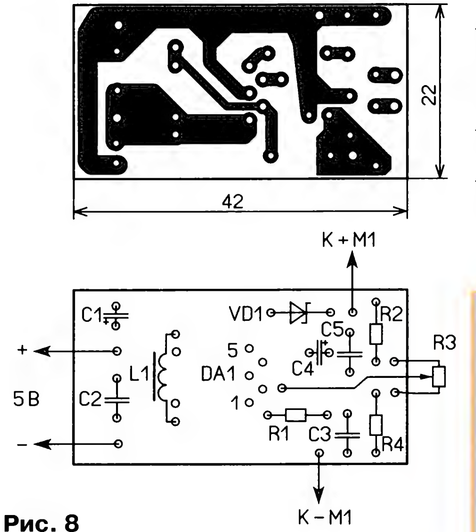


Рис. 8

всех сторон пластинами пластмассы толщиной 1 мм, которые склеивают между собой. Если число свёрл невелико, для их хранения можно использовать пластмассовый контейнер подходящих размеров из-под лекарства, который с помощью термоклея крепят на одной из боковых стенок вентилятора. Внешний вид устройства в таком варианте показан на **рис. 6**. При большой

мелкозернистой шкуркой, чтобы они не царапали подстилающую поверхность.

Второй вариант повышающего преобразователя напряжения можно собрать на "классической" и более мощной микросхеме LM2577T-ADJ. Его схема показана на **рис. 7**. Регулировка выходного напряжения, а значит, и скорости вращения осуществляется переменным резистором R3.



Рис. 9

микросхемой установлен на плате со стороны печатных проводников, но на плате предусмотрены отверстия для установки дросселя с проволочными выводами. Провод питания должен быть рассчитан на ток 1 А, чтобы на нём не падало напряжение. Использовать для этого провод, например от компьютерной мыши с USB-разъёмом, нельзя по причине слишком большого сопротивления.

Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 5**. Её размеры выбраны так, чтобы она разместилась внутри корпуса вентилятора. Переменный резистор установлен на его боковой стенке в отверстие соответствующего диаметра. Плату устанавливают "над" переменным резистором и крепят с помощью термоклея. Для защиты платы от повреждений и мусора её закрывают со

номенклатуре свёрл удобнее применить отдельную кассету с отсеками. Если применён дроссель с выводами, плату придётся разместить на другой стенке вентилятора, поскольку в этом случае переменный резистор не даст установить плату "над ним".

Налаживание сводится к установке верхнего предела интервала регулировки напряжения подборкой резистора R3. При необходимости нижнюю границу интервала можно изменить подборкой резистора R1.

Крепёжные винты самого вентилятора можно разместить на нижней его части, предварительно обработав их

Чертёж печатной платы показан на **рис. 8**, здесь микросхема установлена над платой, чтобы она поместилась внутри вентилятора. Здесь применены аналогичные конденсаторы и резисторы, только дроссель — выводной серии RLB или аналогичный. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 9**.

***От редакции**. Чертежи печатных плат в формате Sprint LayOut имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/05/sverlo.zip** на нашем FTP-сервере.*

Маломощные преобразователи напряжения на транзисторах

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

На рис. 1 изображена схема аккумуляторного светодиодного светильника с индуктивным преобразователем напряжения. Он был изготовлен лет 20 назад и применялся для освещения рыбацкой избушки на Крайнем Севере. Потребляемый от GB1 (аккумуляторной батареи 2НКП-24 от старой армейской радиостанции) ток — не более 54 мА, КПД — 73 %. Запаса энергии в такой батарее хватало на весь сезон.

Светодиоды EL1–EL4 — сверхъяркие белого свечения, например BL-L101UWC. Они ограничивают напряжение на коллекторах транзисторов VT1 и VT2 на уровне 6,3 В. Подборкой резисторов R1 и R2 установлен средний ток через каждую пару светодиодов 15 мА. Его увеличение сверх этого значения нецелесообразно — яркость свечения светодиодов повышается незначительно, а их долговечность заметно снижается. Транзисторы серии КТ817 при токе коллектора до 100 мА имеют весьма малое, около 0,05 В напряжение насыщения коллектор—эмиттер и очень надёжны.

Для питания радиоприёмника был применён преобразователь напряжения по схеме, изображённой на **рис. 2**. Частота преобразования — несколько килогерц. Германиевые диоды VD1 и VD2 по очереди подключают плечи преобразователя к сглаживающему конденсатору C1 и нагрузке. При случайном отключении нагрузки стабилитрон VD3 ограничивает выходное напряжение до своего напряжения стабилизации (7...8,5 В).

Если подборкой резисторов R1 и R2 добиться, чтобы при номинальном токе нагрузки выходное напряжение преобразователя было немного меньше напряжения стабилизации стабилитрона VD3, весь выходной ток преобразователя течёт через нагрузку, не ответвляясь

в стабилитрон. Преобразователь, помещённый в закрытый металлический корпус, создаёт весьма незначительные помехи радиоприёму на КВ-диапазонах.

По этой же схеме было изготовлено несколько блоков питания различных устройств с выходным напряжением от 5 до 9 В и током нагрузки от 5 до 40 мА при КПД 72...78 %. Батареи GB1 состояли из двух Ni-Cd аккумуляторов. В качестве катушек индуктивности L1 и L2 применялись дроссели на Ш-образных магнитопроводах от КЛЛ. Конечно, это не самый лучший вариант. В некоторых моделях КЛЛ имеются сетевые помехоподавляющие фильтры, дроссели которых намотаны на гантелеобразных магнитопроводах. При применении таких дросселей в качестве L1 и L2 КПД преобразователей удавалось повысить до 82 % за счёт меньшего активного сопротивления их обмоток. В действительности он несколько выше, поскольку при расчётах не было учтено сопротивление миллиамперметра (авометра Ц4315 на пределе 100 мА), измеряющего входной ток преобразователя.

Для питания мультиметра я применяю внешний блок питания, схема которого изображена на **рис. 3**. От предыдущей она отличается лишь более современной элементной базой. Полевые транзисторы серии КП505 имеют малую входную ёмкость. При частоте преобразования в несколько десятков килогерц потери на их переключение практически отсутствуют. Установка в качестве VD1 и VD2 диодов с барьером Шоттки вместо германиевых диодов позволила почти в два раза снизить потери энергии на них.

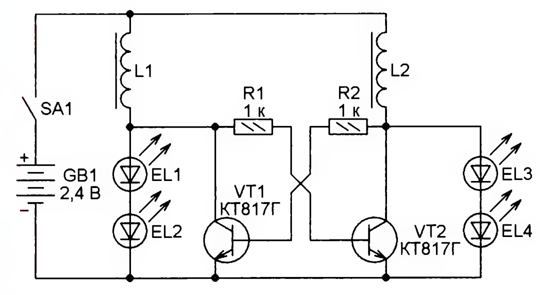


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

При выходном напряжении преобразователя 7,1 В, что на 0,1 В больше минимального напряжения питания мультиметра M8908, и токе нагрузки 15 мА потребляемый от батареи GB1 ток не превышает 30 мА. Это означает, что КПД преобразователя не менее 98 %.

Блок питания мультиметра смонтирован в подставке, на которой наклонно (для удобства считывания показаний) закреплён сам мультиметр. Катушки индуктивности L1 и L2 — дроссели на гантелеобразных магнитопроводах от КЛЛ, подобранные равной индуктивности. Батарея GB1 составлена из трёх соединённых последовательно Ni-Cd аккумуляторов ёмкостью 1200 мА·ч от шуруповёрта.

Bluechicken: иллюзия узнавания объектов по их изображениям

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

В продолжение темы использования аниматроника [1, 2] предлагаю читателям описание варианта создания иллюзии распознавания игрушкой изображений на картинках. Напомню, иллюзия — искажённое восприятие реально существующего события или явления, допускающее его неоднозначную интерпретацию. Сценарий реализации такой. В приложении для смартфона пользователь выбирает произвольно картинку с объектом, например с домашним животным, и "показывает" его игрушке. Аниматроник внимательно отслеживает глазами движение смартфона с изображением перед собой и в какой-то момент проговаривает то, что видит на картинке. Далее процесс повторяется для вновь выбранного изображения.

Секрет обмана кроется в двух "умениях" игрушки: проговаривать фразы по определённой команде, предварительно записанные в файл, и отслеживать с помощью УЗ-датчика движения предметов перед собой. О первом навыке подробно написано в [2]. О втором умении подробнее рассказано ниже.

На **рис. 1** представлена схема взаимного расположения датчика игрушки и руки пользователя. Длины отрезков AC и CE выбраны равными (в авторском варианте — около 30 см). Такой вариант расположения датчика имеет недостаток — он отделён от конструкции игрушки. С другой стороны, такой вариант позволяет существенно менять длины базовых отрезков, заставляя реагировать аниматроника на движения объектов больших размеров, например перемещения человека перед ним.

При фиксации ладони в точке B или D нужно, чтобы угол поворота глаз аниматроника от направления CE был равен углу BEC и DEC соответственно. Этого легко добиться программно, учи-

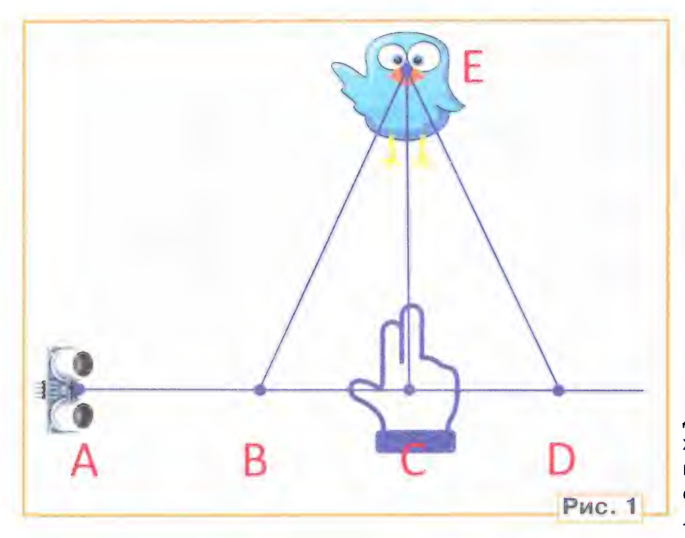


Рис. 1

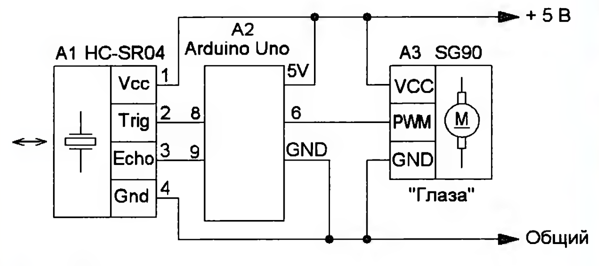


Рис. 2

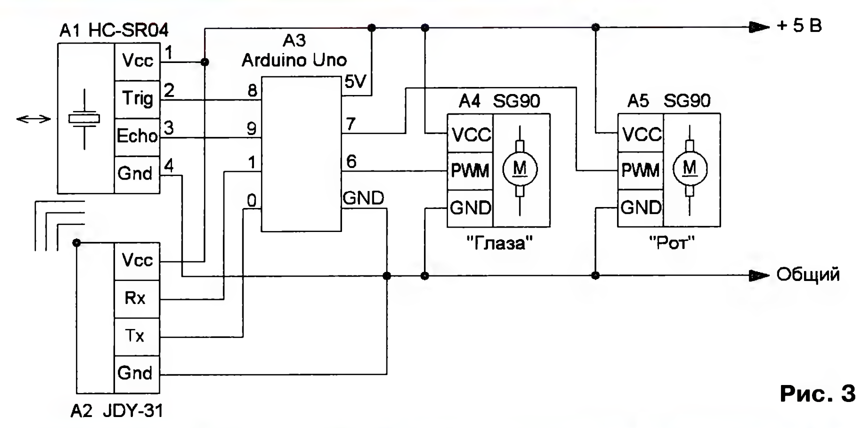


Рис. 3

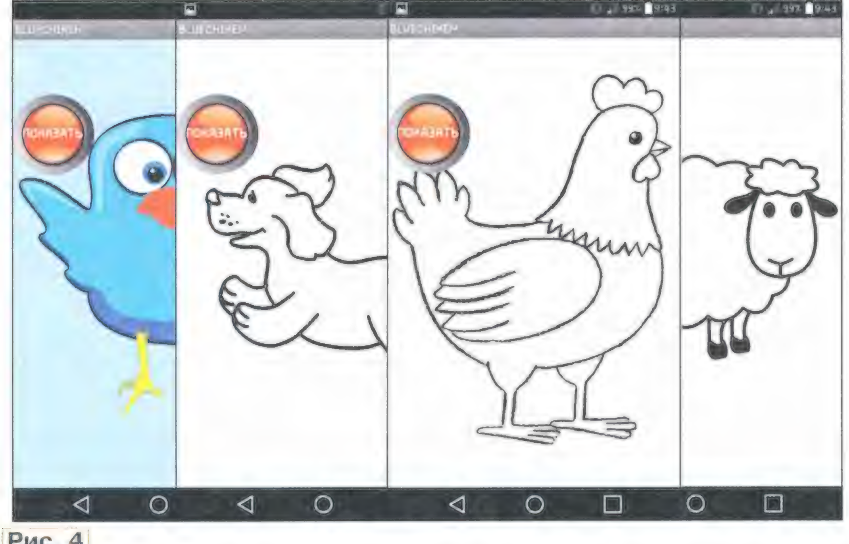


Рис. 4

тывая, что величины углов однозначно зависят от длины отрезков ВС и CD. А их значения, в свою очередь, можно определять с помощью ультразвукового дальномера. Так создаётся иллюзия слежения глаз за движениями ладони. Схема экспериментальной установки показана на **рис. 2**. Вариант скетча для проведения опытов — **bluchiken_GL**.

Для задания необходимой точности между положением руки и направлением "взгляда" игрушки вовсе необязательно пользоваться при вычислениях тригонометрической функцией тангенса, достаточно применить функцию map(), которая пропорционально переносит значение из одного текущего интервала значений (длина отрезка ВС или CD) в новый интервал (угол поворота сервопривода глаз). Опытное налаживание сводится к подбору расстояний АС, СЕ (переменная **k**) и выбору значений границ интервалов функции **map()** в скетче.

Следующим этапом реализации является присоединение "навыков" игрушки в общий скетч (**BLUECHIKEN_B.ino**) для платы Arduino Uno и приложение для смартфона (**BLUECHIKEN_SP.apk**). Приложение может озвучить соответствующей фразой заданную фоном экрана картинку, например, при определённом положении смартфона (предмета) относительно УЗ-датчика А1. Так, перемещая смартфон перед игрушкой, пользователь заставляет её следить глазами за картинкой и по своему желанию, незаметно для внешних наблюдателей, в нужный момент инициировать произнесение фразы при опознании. Схема устройства для этого варианта показана на **рис. 3**. Внешний вид вариаций экранных изображений приложения показан на **рис. 4**. Нажимая кратковременно на кнопку "ПОКАЗАТЬ", можно последовательно по кругу перебирать все размещённые в памяти приложения изображения перед их демонстрацией аниматронику.

Любому изображению соответствует свой номер — это значение глобальной переменной **N2** в программе приложения (**рис. 5**). Каждое нажатие увеличивает (элемент 1) значение переменной счётчика на единицу. При достижении значения, превышающего число фраз к картинкам (элемент 2), происходит сброс счётчика в единицу (элемент 3) и повторный перебор вариантов изображений по нажатию на кнопку. Таким образом, текущее значение счётчика задаёт, какой рисунок, будет фоновым (элементы 5—10) в данный момент, а также какая фраза будет присвоена переменной SPISOK (элемент 4) в виде индексированных элементов—слогов от слов фразы. Именно её и "произнесёт" аниматроник по условной команде.

Условие команды на произношение фразы при опознании в авторском варианте — приближение руки к датчику на расстояние около 10 см, что соответствует углу поворота глаз более чем на 120 градусов (строка в скетче **if(FL==false&&pos1>120)...)**. При его истинности в приложение отправляется

Рис. 5

символ **В** и начинается обмен командами между устройством и смартфоном для синхронизации мимики и речи. Добавляя и редактируя картинки в приложении и содержание фраз в файле **bluechikenn.txt**, можно менять репертуар аниматроника, "обучая его новому". При этом в программу приложения нужно добавлять элементы, аналогичные 5—10, а в текстовый документ — новые фразы-строки. Именно символ новой строки приложение определяет как границу окончания фразы, а символ точки с запятой — как границу произносимого слога.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Игрушка-аниматроник Bluechicken. — Радио, 2020, № 2, с. 60—62.

2. **Мамичев Д.** "Учим говорить игрушку-аниматроник Bluechicken". — Радио, 2020, № 4, с. 56—58.

***От редакции**. Скетч для Arduino Uno и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/05/an2.zip** на нашем FTP-сервере.*

Ответы на викторину "Микроконтроллеры и переменные резисторы"

("Радио", 2020, № 4, с. 58, 59)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 0. Переменный резистор R1 на входе АЦП микроконтроллера обычно служит регулируемым делителем напряжения, коэффициент деления которого зависит от положения движка. Резистор R2 — низкоомный, на точность работы АЦП он практически не влияет. Но линия микроконтроллера, используемая в качестве входа АЦП, может, как правило, служить и обычным цифровым выходом. Её переключение в такой режим может быть результатом ошибки в программе или сбоем в её работе. Если это произойдёт, а движок переменного резистора будет установлен в одно из крайних положений, то соединённая напрямую с общим проводом или цепью питания линия микроконтроллера может быть повреждена. Резистор R2 призван ограничить ток аварийной нагрузки линии до безопасного значения.

Конечно, если речь идёт об устройстве, работающем по отлаженной программе, в которую никакие изме-

нения вносить не предполагается, то резистор R2 не нужен. Хотя иногда его всё-таки устанавливают, например, для защиты входа АЦП от импульсных помех.

2. **Ответ — 1**. В приведённой в вопросе схеме подразумевается, что линия микроконтроллера, к которой подключён резистор R2, работает попеременно в двух режимах. В режиме входа она принимает сигнал с движка переменного резистора R1, а в режиме выхода генерирует импульсы логических уровней $U_{вых}$. В последнем случае резисторы R1 и R2 представляют собой нагрузку выхода. Сопротивление этой нагрузки минимально (равно R2), когда движок переменного резистора находится в одном из крайних положений. Поскольку внутреннее сопротивление выхода микроконтроллера не нулевое (например, у ATmega168 при напряжении питания 3 В — около 50 Ом), амплитуда выходных импульсов под нагрузкой всё-таки уменьшается.

3. **Ответ — 0**. Переменный резистор R1 и выключатель SA1 спарены, ими управляют одной ручкой. Линия механической связи между ними заканчивается на схеме точкой, чаще всего находящейся вблизи нижней части условного обозначения резистора. Это означает, что контакты выключателя разомкнуты, пока движок переменного резистора находится на уровне или ниже этой точки, и замкнуты, когда он выше её. Такие переменные резисторы применяют, например, в качестве регуляторов громкости — при установке её минимальной одновременно выключается питание устройства. А включая его, избегают "удара по ушам", который был бы получен при включении устройства сразу с максимальной громкостью.

4. **Ответ — 1**. В рассматриваемом узле сдвоенный переменный резистор R1 использован для косвенного измерения параметра, регулируемого одной из его составных частей R1.1. Сигнал с движка другой его части R1.2, подаваемый на вход АЦП микроконтроллера, изменяется синхронно с регулируемым параметром, поскольку обе части переменного резистора связаны общим валом. Такое техническое решение целесообразно применять, например, когда контролируемая установка находится под высоким напряжением и необходима электрическая изоляция измерительного прибора от неё. Но в общем случае для соединения цепей, относящихся к переменным резисторам R1.1 и R1.2, нет никаких препятствий.

5. **Ответ — 1.** На вход АЦП микроконтроллера поступает напряжение с его делителя, верхнее плечо которого образовано резисторами R1 и R3 (подстроечным), а нижнее — резистивным датчиком, например терморезистором RK1 с отрицательным ТКС. При минимальной измеряемой температуре сопротивление такого терморезистора максимально. Если оно равно 10 кОм, напряжение на входе АЦП можно регулировать подстроечным резистором R3 лишь в пределах 4,8...4,9 В, но фактически стабилитрон VD1 ограничивает его на уровне 3,9 В. Таким образом, значительная часть интервала изменения температуры остаётся недоступной для измерения.

Расчёт показывает, что резисторы R1 и R2 указанного на схеме сопротивления дают возможность установить на входе АЦП напряжение не более 3,9 В при сопротивлении терморезистора от 638 до 1418 Ом. На самом деле этот интервал несколько уже, поскольку в расчёте не учтены возможные отклонения их сопротивления от номинальных значений. Так что правильный ответ — около 1 кОм.

6. **Ответ — 0**. Подстроечным резистором R1 задают порог срабатывания встроенного в микроконтроллер аналогового компаратора напряжения. Как только напряжение $U_{вх}$, подаваемое на его неинвертирующий вход AIN+, станет больше напряжения, установленного с помощью подстроечного резистора R1 на инвертирующем входе AIN–, в выделенный для этого разряд одного из внутренних регистров микроконтроллера будет автоматически записана лог. 1. В обратной ситуации в него записан лог. 0.

По электрическим характеристикам входы AIN+ и AIN– одинаковы, поэтому их можно поменять местами. Логика срабатывания компаратора при такой замене будет проинвертирована, что несложно учесть в программе.

7. **Ответ — 0**. Подстроечный резистор R1 использован здесь не как потенциометр (регулируемый делитель напряжения), а как реостат — двухвыводный резистор переменного сопротивления, регулирующий ток в цепи, в которую включён. Поэтому его правый по схеме вывод можно оставить никуда не подключённым. Единственный смысл соединения этого вывода с движком — цепь, в которую включён резистор, не разрывается при временном нарушении контакта между проводящим слоем резистора и его движком (что иногда случается при перемещении последнего). Включённое в эту цепь сопротивление лишь кратковременно увеличивается до максимального сопротивления подстроечного резистора. Зачастую это приводит к менее тяжким последствиям, чем полный разрыв цепи.

8. **Ответ — 1**. Переменные резисторы выпускают с различной зависимостью сопротивления от угла поворота движка или его линейного перемещения. Наиболее распространены линейная, логарифмическая и антилогарифмическая зависимости. Они изображены на **рис. 1**. В полном названии резистора их обозначают буквенными индексами, перечисленными в **таблице**. Основой для неё послужила таблица, опубликованная в [1]. Как видите, у резисторов, произведённых в разных странах, частях света и разными фирмами, эти индексы не совпадают, так что будьте вни-

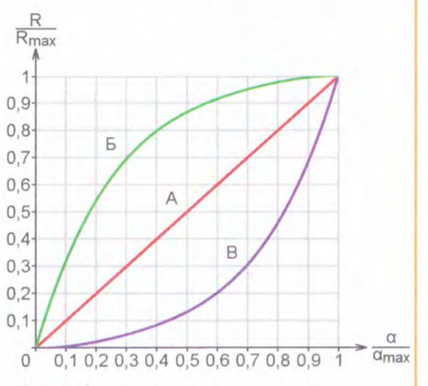


Рис. 1

Зависимость	Индекс				
	СССР, Россия	Азия (обычно)	Европа	Америка	Фирма Vishay
Линейная	A	B	A	B	A
Логарифмическая	Б	A	C	A	L
Антилогарифм.	B	—	F	C	F

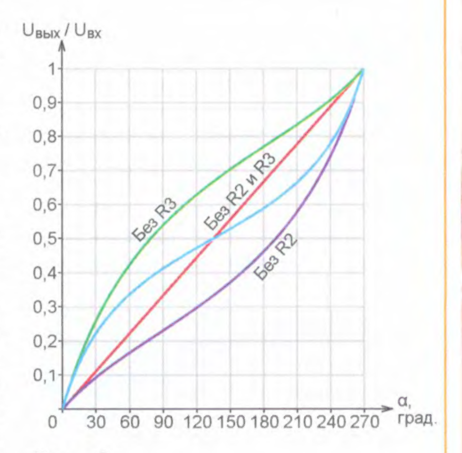


Рис. 2

мательны. Редко, но бывают и другие зависимости, например синусоидальная.

У применённого переменного резистора СП3-4бМ-А (R1) без подключённых к нему постоянных резисторов она линейная (красная линия на рис. 1 и **рис. 2**). Однако подключение постоянных резисторов (в том числе резистора нагрузки) между движком и крайними выводами переменного резистора изменяет её. При подключённых резисторах R2 и R3 она становится S-образной (голубая линия на рис. 2), аппроксимируемой полиномом как минимум третьей степени.

9. Ответ — 1. Если раскрыть внутреннюю структуру микроконтроллера PIC16F527 [2], то всё станет ясно. К выводам RB4, RB5 и RC2 под-

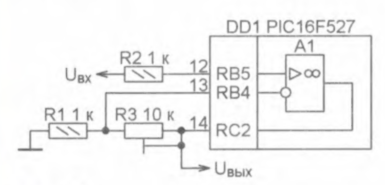


Рис. 3

ключены входы и выходы одного из двух имеющихся в этом микроконтроллере ОУ (**рис. 3**). Показанные на схеме из вопроса элементы превращают его в неинвертирующий усилитель, коэффициент усиления которого равен

$$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = 1 + \frac{R3}{R1}.$$

Подстроечным резистором R3 этот коэффициент можно регулировать от 1 (повторитель напряжения) до 11. К смещению нуля резистор R3 отношения не имеет.

10. Ответ — 1. Во многих микроконтроллерных устройствах, особенно с батарейным питанием, микроконтроллер активен лишь короткое время, требующееся для считывания показаний датчиков (в том числе резистивных) и состояния органов управления, их анализа, обработки и формирования команд управления исполнительными устройствами и индикаторами. Такие циклы повторяют периодически, а в промежутках между ними, как правило, довольно продолжительных, переводят микроконтроллер в "спящий" режим. Это значительно уменьшает средний потребляемый им ток и соответственно увеличивает срок службы батарей без замены или перезарядки. Но этого бывает недостаточно, если через некоторые внешние цепи продолжает течь ток, потребляемый от источника и зачастую превышающий тот, который потребляет "спящий" микроконтроллер.

Такой ток течёт и через резистор R1 на схеме из вопроса, если его нижний вывод соединён, как обычно, с общим проводом. Для экономии энергии его соединяют с одной из линий микроконтроллера, работающей в режиме выхода. На время измерения на ней устанавливают низкий логический уровень, что эквивалентно соединению с общим проводом. А перед переводом микроконтроллера в "спящий" режим уровень делают высоким, что эквивалентно соединению нижнего вывода резистора с источником питающего микроконтроллер напряжения +3,3 В. Таким образом, на оба его крайних вывода оказывается поданным одно и то же напряжение. Ток через него не течёт.

Нужно заметить, что ток через резистор R1 можно прекратить, переведя линию микроконтроллера в режим входа (высокоимпедансное состояние). Нужно лишь убедиться в том, что внутри микроконтроллера нет резистора, соединяющего этот вход с общим проводом, либо программно отключить его.

11. Ответ — 0. Конденсаторы, которыми шунтируют движки переменных резисторов, обычно предназначены для устранения "шороха" контактов или устранения высокочастотных помех. Но в рассматриваемом случае микроконтроллер, измеряя длительность разрядки предварительно заряженного конденсатора C1 через переменный резистор R1, вычисляет текущее сопротивление этого резистора и, в зависимости от его значения, выполняет заданные программой действия. Измерение начинается с переключения линии в режим выхода и установки на нём напряжения высокого логического уровня. Спустя интервал времени, достаточный для зарядки конденсатора до этого напряжения, программа переводит линию в режим входа и периодически проверяет его состояние. Число проверок, выполненных до момента, когда напряжение на конденсаторе станет логически низким, пропорционально произведению текущего сопротивления резистора R1 на ёмкость конденсатора C1. Для повышения точности измерения можно использовать не обычный цифровой вход, а вход АЦП.

12. Ответ — 1. Известно, что результат преобразования в код напряжения с движка переменного резистора не зависит от напряжения питания последнего, если оно поступает от того же источника, что и образцовое напряжение АЦП. Это относится и к такому датчику, как MPX1115A, представляющему собой, по существу, управляемый атмосферным давлением делитель напряжения питания.

Вывод VREF большинства микроконтроллеров, в зависимости от программно установленного режима, служит входом внешнего образцового напряжения или выходом образцового напряжения, формируемого его внутренним источником. В первом случае в схеме, приведённой в вопросе, не хватает подключённого к выводу VREF внешнего источника образцового напряжения. Во втором случае нагрузочная способность внутреннего источника очень мала, поэтому подключать к выводу VREF что-либо, кроме блокировочного конденсатора, строго запрещено.

13. Ответ — 1. При верхнем по схеме положении движка переменного резистора R1 делитель напряжения R2R3 в 11 раз оказывается подключённым между источниками напряжения $U_{вх}$ и +5 В. В этом состоянии $U_{вх}$ не должно превышать +5 В, иначе напряжение на входе АЦП станет выше этого значения, предположительно равного образцовому напряжению АЦП. Минимальное значение $U_{вх}$ не должно быть ниже −50 В, иначе напряжение на входе АЦП станет отрицательным. Интервал допустимого напряжения $U_{вх}$ 0...+55 В относится к случаю установки движка переменного резистора R1 в нижнее по схеме положение.

14. Ответ — 1. Большая разрядность АЦП, с помощью которого оцифровывают, например, музыкальный сигнал уменьшенной с помощью "электронного переменного резистора" DA1 амплитуды, нужна лишь для максимальной точности оцифровки. С точки зрения передачи сигнала с "верхнего" вывода В на "движок" W этот резистор совершенно линеен. Но командами, подаваемыми микроконтроллером по интерфейсу I^2C, его коэффициент передачи (отношение $U_{вых}/U_{вх}$) можно изменять от 0 до 1 равными ступенями по 1/256. Число и высота этих ступеней заданы схемой "электронного переменного резистора" и не могут быть изменены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Potentiometer taper. — URL: **http://www.resistorguide.com/potentiometer-taper/** (09.02.2020).

2. PIC16F527 20-Pin, 8-Bit Flash Microcontroller. — URL: **http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001652D.pdf** (09.02.2020).



Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

Цена одного номера журнала 2020 г. (с 7-го по 12-й номер) при покупке в редакции — 330 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка):

- **для индивидуальных подписчиков России — 2400 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 3400 руб.,**
- **для юридических лиц России — 2700 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 3750 руб.,**
- **для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 50 USD, на год — 100 USD.**

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2013	1—12	50 руб.	110 руб.	240 руб.
2014	1—12	70 руб.	130 руб.	260 руб.
2015	1—12	90 руб.	150 руб.	280 руб.
2016	1—12	110 руб.	180 руб.	310 руб.
2017	1—12	185 руб.	255 руб.	365 руб.
2018	1—12	220 руб.	310 руб.	420 руб.
2019	1—6	260 руб.	350 руб.	460 руб.
2019	7—12	280 руб.	370 руб.	480 руб.
2020	1—6	300 руб.	390 руб.	500 руб.
2020	7—12	330 руб.	420 руб.	570 руб.

При покупке нескольких журналов возможна скидка. Звоните по телефону +7 (495) 607-77-28, пишите письма на sale@radio.ru

На бланке напишите, за какие журналы или наборы Вы переводите деньги, и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы или наборы. При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000.

Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"



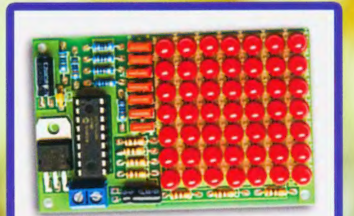


"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"



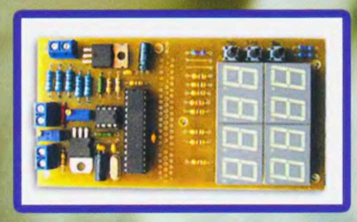
"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"

"Программируемый термостат"



"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"

"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"



"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"

https://kits.radio.ru